

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Tecnología de la Industria



**Auditoria Energética de Primer orden en la empresa
Central American Fisheries S.A.**

TRABAJO DE TESIS PRESENTADO POR:

**Noel Emilio Izaguirre Reyes
James Norwing Pérez García**

PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO MECÁNICO

TUTOR:

Ing. Abelardo A. Barrios González

Managua, Nicaragua C.A.
Marzo 2006

Agradecimiento

Ante todo gracias a ti señor mi Dios por haberme ayudado a concluir un sueño mas de vida, gracias por haber cuidado de mi familia, por haberles dado oportunidad de mejorar sus vidas cuando mas lo necesitaban.

Gracias a mi hermano Ing. Antonio Izaguirre Reyes por darme todo su apoyo y comprensión para yo poder concluir cada etapa de mi vida de la manera más exitosa. A mi hermana Lic. Mayra Leonor Izaguirre por brindarme sus consejos cuando yo más los necesite, por haber hecho de madre en mi vida y llenar por momentos el vacío tan grande de su ausencia. A mi hermana Yessenia del Carmen que me demostró lo maravilloso que puede ser uno en la vida teniendo fijas unas metas y luchando a cada instante y cada segundo como si fuese el último de la vida misma. Gracias a mi padre por que estuvo presente acordándome que no hay metas inalcanzables, solo metas que se cumplen día a día actuando con responsabilidad y deseos de superación. A mi abuela Leonor Mayorga por ese amor tan incondicional y bendito que toda madre suele dar a su hijo, Al resto de mi familia por demostrarme su sueño de aliento al querer tener más profesionales dentro de ella, a mi compañero de trabajo James Norwing Pérez por su ayuda, esfuerzo y dedicación. Al Ing. Abelardo Barrios por su importante contribución como tutor; a la empresa Central American Fisheries S.A. Por brindarnos todo el apoyo necesario en la elaboración de la Tesis Monográfica. Y por ultimo quiero agradecer a la Persona que a través del señor hizo realidad todos mis sueños Carmen Catalina Reyes, esa mujer que sin pensarlo cruzo ríos y anduvo por lugares desconocidos para ella, escuchando lenguas distintas, haciendo trabajo que nunca se imagino hacer; sacrificando su propia vida solo por la satisfacción de darle a su hijo lo que ella nunca pudo obtener y las metas que nunca pudo alcanzar, Gracias de corazón madre mía.

Noel Emilia Izaguirre Reyes

Agradecimiento

Quiero dar gracias a Dios en quien están escondidos todos los tesoros de la sabiduría y el conocimiento, por permitirme presentar este trabajo.

A mis padres Arnulfo Pérez Solís y Ana Mercedes García Pérez por su abnegado esfuerzo en construir mi futuro con amor y dedicación.

A mis hermanas Lic. Kenia S. Pérez García y Lipsia Mercedes Pérez García por su apoyo incondicional.

A mi novia y amiga Maryina Navarrete por su amor y apoyo de siempre en todos los momentos, así como a sus padres y hermanos.

A mi Tía Paula Pérez y su esposo Julio Pérez e hijos Andy y Julio Pérez por su apoyo y amabilidad.

A mi amigo y compañero de trabajo Noel E. Izaguirre Reyes por todo el esfuerzo que siempre dedico.

Al Ing. Abelardo Barrios por su apoyo brindado como tutor en el presente trabajo.

A todas las personas que han contribuido en la soberana voluntad de Dios en permitir presentar este trabajo.

Con amor sincero:

James Norwing Pérez García

Dedicatoria

A Dios de quien he recibido todo lo que me ha dado en la vida.

Y a mi hermana Yessenia Izaguirre Reyes a quien en esta vida yo quería con todo el corazón, quien luchó todos los días por la vida de sus hijos y de las personas a quienes ella adoraba, ahora yace en la paz del señor, quien murió con la esperanza de verme coronar mi carrera y triunfar en la vida.

Para ustedes con todo el amor del mundo:

Noel Izaguirre Reyes

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a Dios por su incontable amor y sabiduría en permitirme presentar este trabajo para su propósito.

Además quiero dedicar profundamente este trabajo a mis padres Arnulfo Pérez Solís y Ana Mercedes García Pérez ya que representa su amor, esfuerzo y apoyo de siempre en ayudarme a cumplir mis metas deseadas.

Con amor sincero para ellos:

James Norwing Pérez García

Índice

Introducción-

	1
--	---

Objetivos	4
-----------	---

Marco Teórico	5
---------------	---

Auditoria Energética	5
----------------------	---

Generación de frío	6
--------------------	---

Dispositivos auxiliares en el sistema de Generación de Frío	9
---	---

Diagramas Presión – Entalpía	11
------------------------------	----

Formulas de cálculos termodinámicos	12
-------------------------------------	----

Sistema Multipresión	14
----------------------	----

Clasificación del sistema multipresión	14
--	----

Parámetros que influyen en la congelación de los productos	16
--	----

Proceso en Plantas camaroneras	17
--------------------------------	----

Flujogramas de Procesos en Central American Fisheries S.A.	19
--	----

Recursos que entran y salen del proceso	23
---	----

HACCP	24
-------	----

Equipos para fabricación de Hielo	25
-----------------------------------	----

Transmisión de calor	26
----------------------	----

Energía	29
---------	----

Luminotecnica	31
---------------	----

Diseño de alumbrado de interiores, Método del rendimiento de la iluminación	33
---	----

Hidrodinámica	34
---------------	----

Maquina Hidráulica	36
--------------------	----

Perdidas Hidráulica	37
---------------------	----

Parámetros de eficiencia	39
--------------------------	----

I. Capacidad Instalada 41

1. Principales consumidores en CAF	41
1.1 Capacidad Instalada en el área de Refrigeración en Kw en Central American Fisheries S. A.	42
1. 2 Capacidad Instalada en el área de Plantas de Hielo en Kw en Central American Fisheries S.A.	43
1. 2. 1 Planta de Hielo 1.	43
1. 2. 2 Planta de Hielo 2 (Muelle)	44
I. 3 Capacidad Instalada en el área de Sistema de Bombeo en Kw en Central American Fisheries S. A.	45
1. 4 Capacidad Instalada en el área de Proceso en Kw en Central American Fisheries S. A.	46
1.5 Capacidad Instalada en el área de Bodegas en Kw en Central American Fisheries S. A.	47
1. 6 Capacidad Instalada en el área de Iluminaron Exterior en Kw en Central American Fisheries S. A.	48
1. 7 Capacidad Instalada en el área de Generación de Energía en Kw en Central American Fisheries S. A.	48
1. 8 Capacidad Instalada en el área de Oficinas y talleres en Kw en Central American Fisheries S. A.	49
1. 9 Capacidad Instalada en el área de Viviendas en Kw en Central American Fisheries S. A.	50

II. Perfil de la Demanda. 50

III. Análisis de Indicadores (Parámetros de Eficiencia)	55
3.1 Generación Eléctrica	56
3. 2 Planta Proceso	59
3. 2. 2 Consumo de Hielo	60
3. 3 Refrigeración.	61

IV. Consumidores **62**

4. 1 Secciones más Importantes que Componen CAF - CIS.	62
4. 1. 1. Generación de energía	63
4. 1. 2. Refrigeración	64
4. 1. 3. Proceso	65
4. 1. 4. Sistema de bombeo	66
4. 1. 5. Plantas de Hielo	68
4. 1. 6. Bodega	69
4. 1. 8. Viviendas	70
4. 1. 9. Alumbrado exterior	71
4. 2. Principales consumidores de agua en Central American Fisheries S.A.	71

V. Análisis y Diagnostico Técnico **72**

5. 1 Generación de Energía.	72
5.1.1. Caídas de voltaje	73
5. 2 Refrigeración	74
5.2.1. Mal aislamiento	74
5.2.2 Eficiencia energética	75
5.2.3. Distribución inadecuada de producto	75
5.2.4. Infiltración de calor en cámaras frigoríficas	76
5.2.5. Fugas	76
5.2.6. Aceites	77
5. 3 Proceso	79
5.3.1. Consumo de Hielo	80
5.3.2 Iluminación de proceso.	81
5.3.3. Manejo del agua en proceso	82
5. 4 Sistema de Bombeo	83
5.4.1. Distribución de agua	83
5.4.2. Perdidas de agua	86
5.4.3 Estado Técnico de las bombas.	87
5.4.4 Consumo de agua en Viviendas	88

5. 5. Planta de hielo	89
5.5.1. Perdidas de hilo	89
5.5.2. Perdidas de hielo por ganancia de calor a través de paredes e infiltración.	90
5. 6 Bodega	92
5. 7 Oficinas y talleres	92
5.8 Vivienda	93

VI. Medidas de Mejora 94

6. 1 Sistema Hídrico.	94
-----------------------	----

6. 1 .1 Disminuir horas de operación de la bomba de agua salada del muelle y uso de bomba salinadora para plantas de hielo	94
--	----

6.1.2. Utilización de bomba de menor potencia para abastecer desde el pozo 4 a la planta de hielo 1	95
---	----

6.1.3 Aprovechar todo el caudal generado por parte de la Bomba del pozo 4. Enviando el porcentaje que retorna hacia el condensador de refrigeración	96
---	----

6. 2. Iluminación	97
-------------------	----

6. 3 Viviendas	109
----------------	-----

6. 4 Oficinas y talleres	111
--------------------------	-----

6.4.1. Establecer horarios de uso en conformidad a las horas laborales	111
--	-----

6.5. Plantas de hielo	113
-----------------------	-----

Aislar bodega de hielo planta 1	113
---------------------------------	-----

Instalar unidad de Acondicionamiento de Aire así como el aislamiento en sus paredes en bodega de hielo de la planta del muelle a fin de evitar la fusión del hielo	114
--	-----

6.5.3 Instalar lamina de protección en tambores de congelamiento en la planta del muelle para evitar las perdidas de hielo	115
--	-----

VII. Plan de Mejora 117

1. Campaña de ahorro energético	117
2. Mejoras de Plantas de Hielo	118
3. Cambio de Bomba de Pozo 4, Instalación de bombas Salinadoras, reparación de fugas	118
4. Instalación de interruptores para controlar el encendido y apagado de la iluminación en Central American Fisheries S.A	118

VIII. Conclusiones 119

VIII. Recomendaciones 122

IX Bibliografía 126

ANEXO 128

ANEXO A (Cálculos)	129
ANEXO B (Tablas Generales)	151
ANEXO C (Diagramas)	192
ANEXO D (Evaporadores)	208
ANEXO E (Cotizaciones)	213

Introducción.

En los últimos años se ha visto un elevado crecimiento global de la economía caracterizado por una extraordinaria expansión del consumo de energía. De mantenerse la dinámica acelerada en el consumo de combustibles fósiles esta se vería en peligro de no ser satisfecha, durante el presente siglo con las reservas exploradas de combustibles fósiles convencionales prediciéndose un futuro incierto de la industria, debido al acceso limitado que se tendría de este recurso; es por ello que en la actualidad existe una necesidad de establecer una política dirigida a lograr un alto grado de eficiencia energética dentro de la industria.

La búsqueda de tal eficiencia energética tiene un sentido económico al demostrar que las aplicaciones de medidas técnico-organizativas y las inversiones requeridas para lograrlas muestran eficiencia en reducir los costos de producción o mostrar indicadores de eficiencia económica que demuestren la viabilidad de la recuperación de los fondos destinadas a las inversiones.

La empresa Central American Fisheries S.A. (C.A.F), fundada en el año 1967 con el nombre de PROMAR perteneciente en ese entonces al Dr. Anastasio Somoza Debayle, años después se transfirió al estado (1980) con el nombre de PROMAR BLUE, y a inicios de 1990 paso a manos del sector privado bajo el nombre de Central American Fisheries S.A. Esta empresa se encuentra en el extremo suroeste de Corn Island (Isla cuya extensión territorial es de 12 km² y cuenta con una población de 3000 habitantes en su mayoría indigenas mizquitos), región autónoma del atlántico sur de Nicaragua, presenta una extensión territorial 250 mts², destinada al proceso de exportación de Crustáceo (Camarones, langostas) y pescados, la cual exporta su producto hacia los mercados de Japón principalmente, Estados Unidos y Jamaica. Las langostas se obtienen de barcos nacionales, extranjeros y de la pesca artesanal. El pescados, langosta y camarón son descargadas por la flota barcos. Este producto llega congelado y otras provienen de la pesca artesanal.

Central American Fisheries empaca en sus propias marcas denominadas: C. Island para camarones y las colas de langostas se empacan tanto como en C. Island Trade como en Meridian y Nica. Se empaca también en otras marcas pertenecientes a los clientes.

La misión de la empresa es contribuir al desarrollo socioeconómico de Nicaragua, vinculando su exportación y comercialización de sus productos, además proveer a la sociedad Nicaragüense de fuentes de trabajo y a su vez brindarles el apoyo y ayuda necesaria a esta.

Para el proceso del producto, la empresa requiere de una serie de equipos que le garanticen el proceso, almacenamiento y transporte del mismo. Como parte de esta necesidad la empresa cuenta con un sistema de generación de frío que le garantiza la congelación y preservación del producto; capaz de cumplir con las directrices y normativas impuestas por HACCAP (Sistema de Riesgos y Control de Puntos Críticos). Este sistema cuenta con tres cuartos fríos y tres túneles de congelación operando en un sistema de doble etapa (dos compresores de baja y uno de alta, con otro en Stand By) y utilizan como fluido frigorígeno el amoníaco, y en caso de las plantas de hielo utilizan freón 22 y amoníaco. Además cuenta con unidades auxiliares de almacenamiento como son: Finsam, Platee Freezer.

La empresa requiere de un consumo constante de energía eléctrica para poder llevar a cabo sus labores de operación, sin embargo la empresa no consume energía al sistema interconectado nacional; por lo que cuenta con una Planta de generación de energía (Motores de combustión Interna) destinada a la obtención de energía eléctrica, lo que permite mantener un sistema sin interrupciones ni fluctuaciones (sistema aislado). La empresa actualmente consume en promedio de **23594.86 galones por mes**. Debido a las grandes cantidades de combustibles que se maneja cuenta con una zona de tanques de abastecimiento continuo y de batch.

La empresa emplea equipos (bombas) para abastecer de agua (dulce y salada) al plantel; además del abastecimiento a viviendas de los trabajadores ubicadas contiguo a la empresa.

Últimamente el incremento en los costos de producción de la empresa han sido afectados por la tendencia alcista en los precios del petróleo así como también de sus derivados, necesarios para llevar a cabo las operaciones de esta misma. Actualmente la empresa tiene el interés de realizar una auditoria que permita una valoración técnico-económica. Tal interés por la realización de esta

auditoria se basa principalmente en la necesidad de una mejora continua que le permita utilizar de manera eficiente sus recursos.

Algunos de los mayores problemas encontrados en la empresa son los siguientes: no se tiene registro de cómo el sistema de frío trabaja en cuanto a eficiencia, hay presencia de fugas de refrigerantes en el sistema frío, pérdidas de hielo y agua, falta de monitoreo completo en el consumo de energía eléctrica.

El presente trabajo proporciona un diagnóstico técnico-económico en la empresa; el cual contiene medidas ahorrrativas para incrementar la eficiencia en sus recursos (energía, agua, aceite, refrigerante y hielo) de producción.

Objetivos

Objetivo General:

- ✓ Realizar una auditoria energética de nivel II en la empresa Central American Fisheries S.A.

Objetivos Específicos:

- ✓ Realizar un levantamiento del consumo de energía eléctrica de los equipos.
- ✓ Efectuar un balance de carga en el sistema de la planta.
- ✓ Definir el consumo de energía por área de trabajo así como del tipo de consumo.
- ✓ Realizar mediciones de los parámetros técnicos de trabajo, en los diferentes equipos y consumidores existentes en la empresa para la determinación de su eficiencia.
- ✓ Realizar pruebas de ensayos para detectar si existen fugas de refrigerante y aceite.
- ✓ Calcular el rendimiento en los motores de combustión interna de la planta generadora.
- ✓ Realizar y presentar un plan de ahorro energético de primer nivel en la empresa.

Marco Teórico

La conservación de energía es uno de los factores necesarios que se debe tomar en cuenta en la administración de los recursos y servicios técnicos, por lo que es muy importante la concientización de su implementación.

Siendo una actividad de la empresa, se debe incluir a toda la organización dentro de los planes para reducir su factura energética, y por consiguiente, reducir los costos directos de la empresa.

Se debe iniciar un programa de energía trazando los lineamientos desde el estado actual al estado planificando analizando costos y utilización de los diferentes energéticos utilizados, programas o estudios, tales como las auditorias energéticas.

Auditoria Energética

La auditoria energética es un análisis progresivo que revela donde y como se usa la energía en las instalaciones de una fabrica, el resultado de una auditoria es la reducción en el consumo de energía y proporcionalmente los costos directos de la empresa.

Existen tres tipos de auditorias que son:

- Auditorias de base (nivel I) o visitas a la planta.
- Proyecto simple (nivel II) o auditorias energéticas.
- Auditorias dirigidas (nivel III).

Auditorias de nivel I (Primer Orden): su objetivo es promover la conservación y ahorro de energía, su tipo de estudio es visita a planta en general, identificación de datos y potenciales de ahorros, tiempo: visita a planta un día; y presentar informe cada tres días con un seguimiento de 4-6 meses después de entrega de informe. Los datos a reportar son los siguientes: introducción, descripción de planta (resumen), datos de consumo de energía, recomendaciones en general.

Generación de frío

Es el área que tiene como funcionabilidad principal la conservación del producto, así como la producción de hielo y climatización.

Refrigeración: es la transferencia de calor de un lugar donde no se necesita a otro donde no importa cederlo.

Por refrigeración se entiende el enfriamiento de algo. Para ello se recurre a la “fabricación” de frío y a su utilización para disminuir la temperatura de aquello que queremos refrigerar, ya sea un local, alimentos o cualquier otra cosa.

Circuito de refrigeración:

Consta de 4 procesos termodinámicos los cuales son:

- Isentrópico adiabático. (compresión).
- Isentálpico adiabático. (Expansión).
- Isotérmico isobárico. (condensación).
- Isotérmico isobárico. (evaporación).

Los elementos principales que son necesarios para una planta de refrigeración por compresión son:

- Evaporador.
- Compresor.
- Condensador.
- Válvulas de Expansión.

A fin de hacer más eficiente el sistema de absorción de calor, se suelen utilizar los siguientes dispositivos: acumuladores de succión, recibidor de líquido, intercambiadores de calor, purgadores de aire del sistema, separador de aceite, filtros, etc.

Compresor: su finalidad es la de aspirar los vapores productos de la evaporación del refrigerante producidos en el evaporador y elevar la presión de este gas para que exista un diferencial de presión, de manera que pueda ocurrir el intercambio de calor de la sustancia de trabajo (Refrigerante) con el medio a enfriar en el condensador. Los compresores pueden ser Clasificados como:

- Reciprocantes.
- Centrífugos.
- Tornillos.

Evaporador: El evaporador es el encargado de proporcionar el área suficiente para que exista una transmisión de flujo calorífico del medio que se pretende enfriar al fluido refrigerante.

Clasificación, de acuerdo con el cometido que se les asigna estos pueden ser:

Enfriadores de Líquidos:

- De inmersión (de serpentín, parrillas e Intensivos).
- De lluvias.
- Multitubulares con calandria.(Horizontales y verticales)
- Especiales. (Con envolveres y de tambor).

Evaporadores de enfriamiento de gases:

- Circulación Natural
- Circulación Forzada

Evaporadores Congeladores:

- Fabricación de Hielo
- Acumuladores de Frío

Condensador: es esencialmente un intercambiador de calor; se asemeja en este aspecto al evaporador. Su finalidad es disminuir la temperatura del vapor de compresión para llevarlo hasta un estado de condensación.

Clasificación de los condensadores:

De calor sensible:

- De aire (Circulación de aire natural y Circulación por aire forzado).
- De agua (De inmersión, doble tubo y contra corriente y multitubulares horizontales).

De calor latente:

- Atmosféricos (multitubulares verticales de lluvia).
- De Evaporación forzada (Condensadores Evaporativos).

Válvula de Expansión.

La función fundamentalmente de la válvula es la de proporcionar una diferencia de presión (caída) establecida entre los lados de alta y de baja presión de la planta de refrigeración.

La forma más simple para lograr dicha caída es mediante la utilización de un tubo capilar entre el condensador y el evaporador. Esta solución, si bien puede ser válida en pequeñas instalaciones, no resulta suficiente cuando se trata de regular grandes cantidades de refrigerante. En este caso se utilizan válvulas de expansión tipo termostática. La diferencia entre las dos presiones determina el grado de apertura de la válvula, en consonancia con la presión del muelle.

Dispositivos auxiliares en el sistema de Generación de Frío.

Recibidor de líquido: es el encargado de suministrar de refrigerante al evaporador, de modo que el flujo de refrigerante sea continuo, este recipiente esta sometido a una presión correspondiente a la temperatura exterior mayor que la presión correspondiente a la temperatura interior.

Intercambiadores de Calor: algunos sistemas de refrigeración utilizan intercambiadores de calor para subenfriar el líquido a la salida del condensador mediante el vapor que procede de la salida del evaporador por el conducto de admisión al compresor. Existen recibidores que a su vez realizan la función de intercambiadores de calor (sistema de doble etapa). Tanto los evaporadores como los condensadores basan su funcionabilidad en el intercambiador de calor.

Separadores de aceite: el dispositivo que evita que sea arrastrado el aceite mezclado con el fluido frigorígeno al sistema.

Túnel: es una cámara o área refrigerada igual a un cuarto frío en donde se alcanza temperaturas de congelamiento.

Planta de hielo: es un sistema frigorífico en donde se utiliza los mismos elementos principales de la refrigeración, en donde el evaporador tiene una forma de tambor al cual se le rocía agua y es a este medio que se le extrae el calor por medio del refrigerante.

Plate Freezer: es una unidad de congelación destinada a reducir el tiempo para realizar dicha congelación aumentando de esta manera la eficiencia de almacenar el producto, haciendo un ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Torre de enfriamiento: es una estructura cerrada, diseñada para enfriar agua por evaporación de una manera controlada y eficiente. Los diseños de la torre se orientan hacia la división de aguas en gotas aumentando de esta manera el área de la superficie para la evaporación en una estructura tan pequeña como sea posible. El agua se enfría desde unos 5-10°F de la temperatura de bulbo húmedo del aire entrante.

Clasificación de las torres de enfriamiento:

- **De Circuito abierto.**
- **De Circuito Cerrado.**

Enfriador intermedio: es un dispositivo en el cual se produce condensado y este a su vez puede utilizarse como evaporador del otro compresor, este es utilizado en los sistemas de dos etapas.

Sistema de descarche: todo vapor de agua que se halle en suspensión en el aire que atraviesa el evaporador, cuya temperatura es inferior a la de la cámara, si está por debajo de los 0°C se deposita en forma de escarcha sobre las paredes del evaporador, cristalizando el hielo y llegando a impedir el paso del aire, ya que al convertirse en un medio menos conductor, dificulta la debida transmisión térmica.

Para descargar el hielo formado a la temperatura que se encuentra en los evaporadores de una cámara de frigorífica, es preciso valerse de aportaciones de calor suplementarias para fundirlos. Los medios mas utilizados en la refrigeración comercial e industrial son los siguientes:

Clasificación de los sistemas de descongelamiento:

- **Por agua.**
- **Por elementos de calefacción eléctrica.**
- **Por gas caliente procedente de la descarga del compresor.**

Este diagrama nos permite realizar cálculos de comportamiento de la instalación, así como obtener los datos termodinámicos que se necesitan para resolver los problemas que se plantean en los ciclos de refrigeración.

Con este diagrama se puede realizar proyecciones de diseño, además se podrá evaluar el sistema como tal conociendo los parámetros de operación: presión y temperatura.

Entalpía: es energía potencial y cinética almacenada en los cuerpos.

Fórmulas de cálculo Termodinámico:

- Calor absorbido en el evaporador, q_e :

$$q_e = h_c - h_b$$

- Caudal Másico de fluido Frigorífico:

$$\dot{m} = \frac{N_f}{q_e}$$

N_f = Potencia Frigorífica de la Instalación.

- Producción frigorífica volumétrica, q_v :

$$q_v = \frac{q_e}{V_e}$$

V_e = Es igual al volumen específico de refrigerante (vapor) en el evaporador.

- Caudal volumétrico o desplazamiento \dot{V} :

$$\dot{V} = \frac{N_f}{q_v}$$

- Trabajo específico de compresión, w_c :

$$W_c = h_d - h_c$$

- Potencia del Compresor, P_c :

$$P_c = \dot{m} \cdot W_c$$

- El COP frigorífico (Coeficiente de Rendimiento):

$$COP = \frac{q_e}{W_c}$$

- Potencia Indicada N_i :

$$N_i = \frac{N_f}{COP}$$

- Potencia Calorífica desprendida en el condensador, \dot{Q}_c :

$$\dot{Q}_c = \dot{m}(h_d - h_a)$$

- Relación de eficiencia energética REE :

$$REE = \frac{Q_o}{W_D}$$

Q_o = capacidad de enfriamiento del sistema.

W_D = potencia eléctrica demandada

Sistema Multipresión.

Cuando las temperaturas necesarias del medio a enfriar son muy bajas, siendo normales las temperaturas de condensación, nos encontramos con que el salto respecto a las presiones correspondientes de evaporación y condensación resulta excesivamente elevado.

Si intentáramos comprimir el fluido frigorífico en estas condiciones resultaría un balance energético excesivamente pobre, con rendimiento volumétricos bajos y elevadas temperaturas finales de compresión.

En estos casos es recomendable llevar acabo la compresión en dos o más etapas sucesivas, enfriando escalonadamente el fluido en cada una de las fases.

Los vapores obtenidos por compresión de la etapa de baja presión se enfrían generalmente mediante una inyección total o parcial (métodos más frecuentes) en un recipiente cerrado, denominado intermedio, colocado entre las dos etapas.

Una vez enfriados son aspirados por el escalón de alta presión como vapores saturados. Para tal fin, se inyecta en el recipiente fluido proveniente del condensador que permite subenfriar el mismo

Clasificación del sistema multipresión.

Básicamente existen dos ciclos de sistemas de multipresión, denominados de inyección parcial o de inyección total, que difieren fundamentalmente en que, en el primer caso, es posible elegir el valor de la presión intermedia, y en el segundo caso, esta presión depende de la temperatura en que debe utilizarse el frío producido en esta parte de la instalación, como es el caso de necesitar dos o mas temperaturas bajas de valores distintos.

En los casos en que la utilización sea precisa solamente en el nivel de baja presión, se empleara la modalidad de inyección parcial.

Cuando sea necesaria una producción simultanea de frío en presiones o temperaturas diferentes, correspondientes a las etapas de baja y alta presión, se utilizara la modalidad de inyección total.

Los sistemas de refrigeración de presiones múltiples son aquellos que proporcionan dos o más bajas presiones, entre la válvula de expansión y la admisión o entrada al compresor.

El enfriamiento del vapor comprimido en dos etapas disminuye el trabajo del compresor.

Este sistema es mas útil si se tratara de refrigerante R717 (amoníaco) que si se tratara de cualquier otro refrigerante fluorado, en cuyo caso la disminución de potencias necesaria no se hace tan apreciable, ya que en su compresión isentrópicas el cambio no es tan grande.

El diseño de una instalación de doble etapa puede realizarse de diversas formas. El estudio de cada una de ellas puede determinar sus características de rendimiento, y de la evaluación de este y de los costos de instalación y mantenimiento, deducir el mas adecuado para cada caso.

En el sistema de doble etapa, la compresión puede llevarse acabo mediante dos compresores accionados por un solo motor o por motores separados.

Si se usan dos compresores se incrementa la flexibilidad en la explotación de la instalación, ya que pueden utilizarse estas maquinas en otros circuitos.

También pueden utilizarse compresores de cilindros de dos etapas de iguales características. Que resulta una solución mas económica, ocupa menos espacio y existe uniformidad en el material de cara a posibles sustituciones o reparaciones de piezas por averías.

Las relaciones mas utilizadas son de 3/1, aunque este valor solo es orientativo, es decir, se utilizan múltiplos de estos valores.

Parámetros que influyen en la congelación de los productos:

La congelación de los alimentos esta condicionada por diversos parámetros de naturaleza variable que influyen sobre su desarrollo. Dichos parámetros son los que, de una forma indicativa, se considera a continuación:

Coeficiente de aducción artificial: se trata de un coeficiente de transmisión de calor desde el interior al exterior del cuerpo.

Espesor del producto: la intensidad del enfriamiento se une a la velocidad de avance del frente frío y ambos determinan la diferencia de temperaturas entre la superficie exterior y los puntos interiores del producto que se congela, este espesor que se ha de congelar es primordial para determinar los tiempos de congelación.

La influencia de la temperatura del medio frigorífico: esto está relacionado con el salto térmico que influye con el tiempo de congelación.

Embalaje: es la materia que se interpone entre el medio refrigerante y el producto que se desea congelar y ofrece por tanto una resistencia al paso del calor o a la penetración del frío.

Proceso en Plantas camaroneras.

La materia prima puede ser procesada de acuerdo a la línea de producción que solicite el cliente, el producto puede encontrarse bajo las siguientes formas: Shell-on, PYD, PUD, Butterfly, Tail-on/off.

Recepción: el proceso da inicio en el área de recepción donde se realizan pruebas para determinar las concentraciones de bisulfito de sodio, metabisulfito de sodio y/o cloro (agente anticlorante y preservante por cada contenedor de camarón), además de un análisis organoléptico.

Prelavado: el procedimiento de prelavado se realiza con el objetivo de eliminar materia extraña como arena, lodos, ramas, hojas. Los bins con producto son vertidos en los tanques, los cuales contienen agua y hielo a una temperatura de 2 a 5 °C.

Clasificación manual y pesaje: se realiza la separación manual de camarones en mal estado y de materia extraña (sardinas, pescados, otros crustáceos). Posteriormente se realiza el pesaje por cajillas de camarón.

Descabezado: consiste en quitar la cabeza del camarón. Este procedimiento se realiza siempre y cuando el producto no cumpla con la especificaciones para empacar entero o cuando la demanda del producto sea descabezado.

Clasificación mecánica del camarón: el producto se recibe en un baño por inmersión en agua clorada y metabisulfito de sodio y es clasificado mecánicamente por talla de producto, apoyadas por personal femenino que afina la clasificación mecánica.

Pelado manual (opcional): el producto clasificado mecánicamente puede ser trasladado al cuarto frío o directamente a las mesas del pelado. Al pelar el camarón pierde un mínimo del 13% de su peso. Dependiendo del pedido de los clientes el producto debe además ser tratado con sal y Trípoli fosfato de sodio a ciertas concentraciones e intervalos de tiempo.

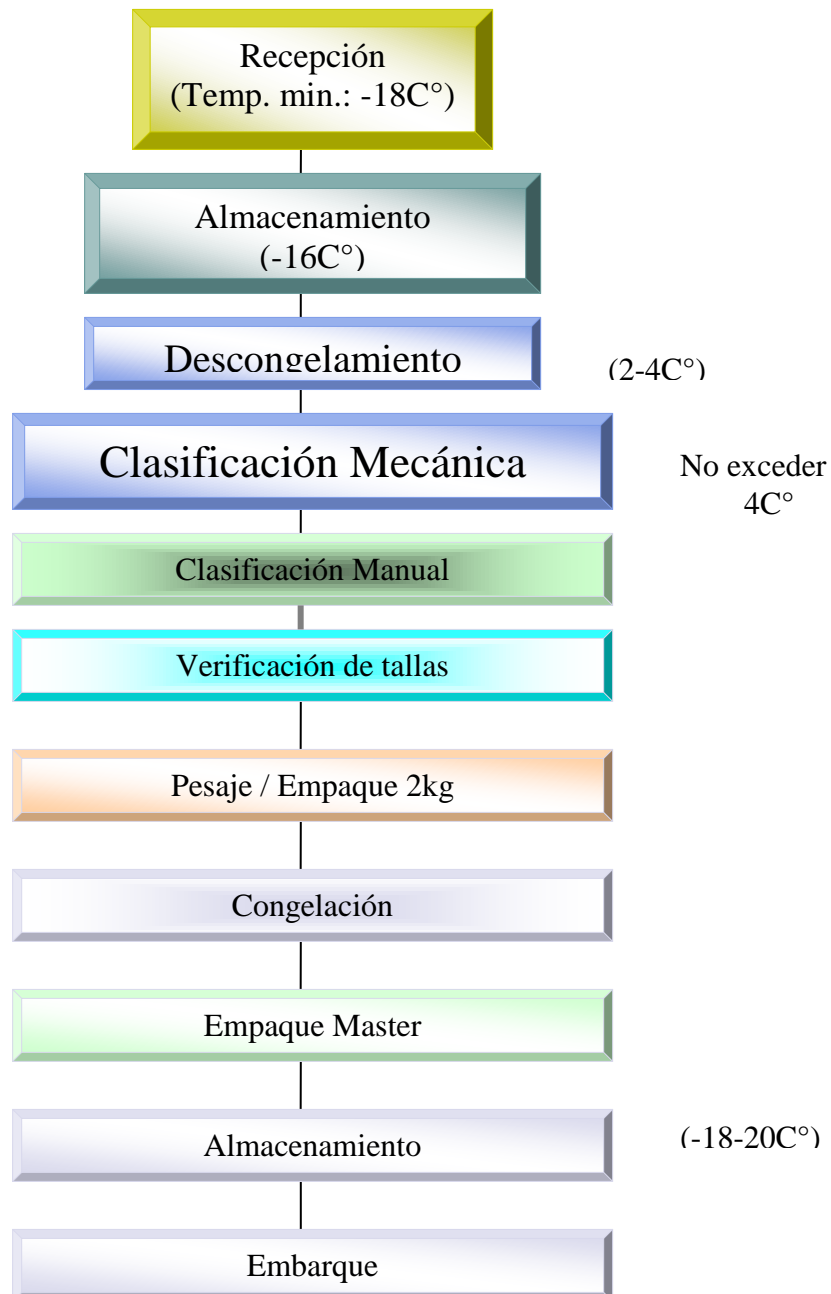
Empaque en bloque del camarón: el producto en bolsas plásticas, en cajas de cartón, en bloques cuyo peso depende del tipo de presentación de cada empresa. A este bloque se le agrega agua a baja temperaturas (glaseo) para reducir deshidratación en el congelado, la temperatura del producto no será mayor a 10 °C.

Congelado blast freezer: las cajas son transportadas al cuarto de congelamiento donde permanecen entre 8 y 12 horas entre un rango de temperaturas de -15 a -25°C dependiendo de la capacidad del cuarto frío.

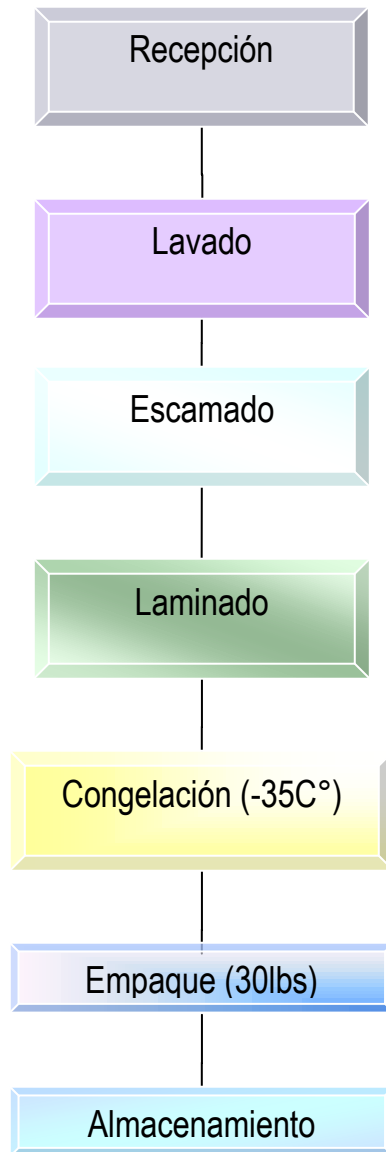
Empaque en master: las cajas glaseadas son dirigidas hacia la zona de enmasterado, donde es empacado en cajas master que luego son dirigidas al cuarto para su respectiva refrigeración (Almacén en bodega Holding Room), una vez congelado el producto se coloca en bodega sobre paletas, el cual posee una temperatura de aproximadamente -18°C a -20°C dependiendo de la capacidad del cuarto de enfriamiento, para luego ser distribuidas hacia su destino final.

Flujogramas de Procesos en Central American Fisheries S.A.

Flujograma del proceso del camarón



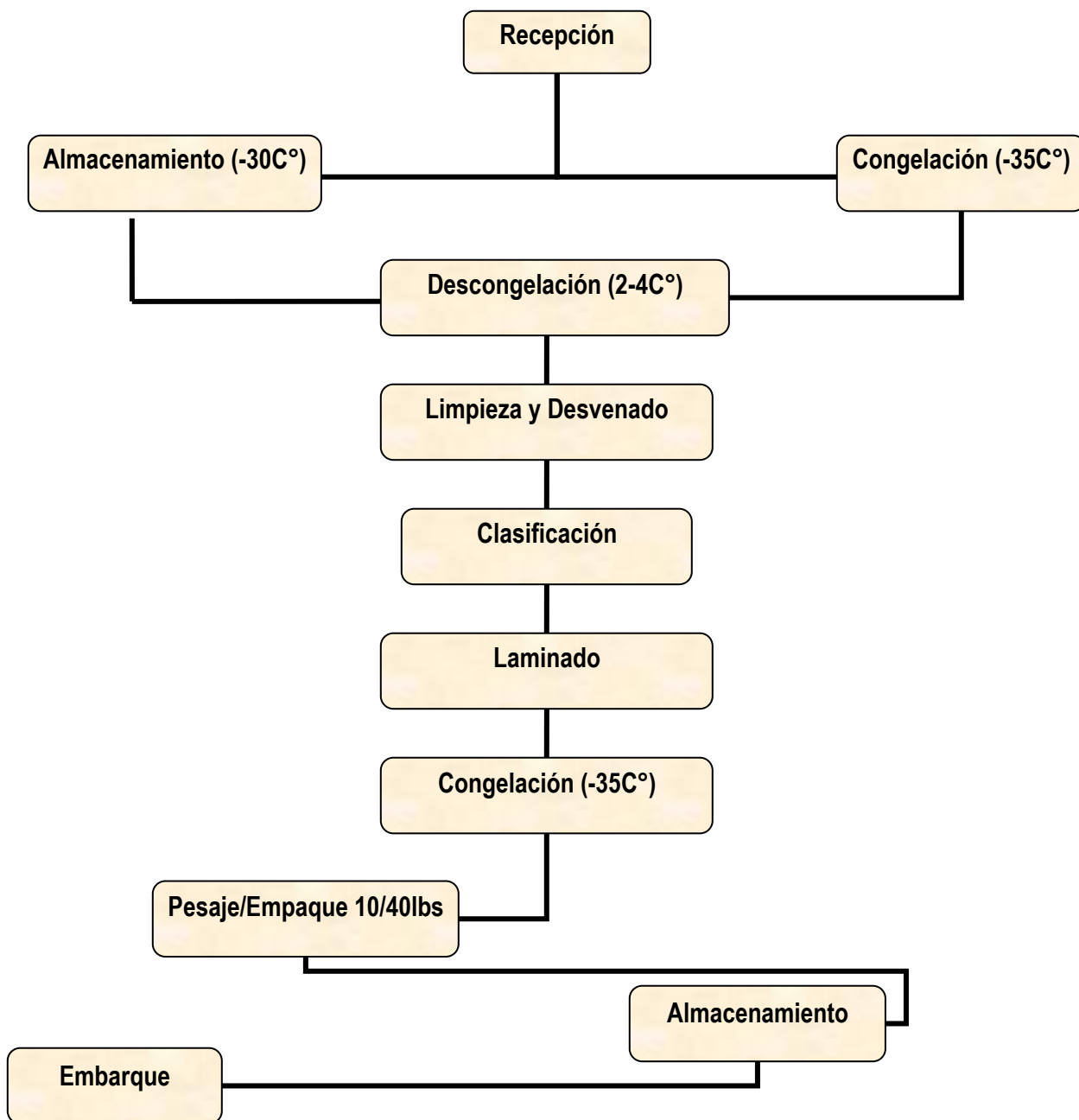
Flujograma de Proceso de Pescado
Entero



Flujograma de Filete Procesado



Flujograma de Langosta



Recursos que entran y salen del proceso.

Materia prima e insumos.

La materia prima principal es el camarón, langosta y pescado; sin embargo se hace uso de otros materiales necesarios para el procesamiento del producto. Entre estos se encuentra el bisulfito de sodio, metabisulfito de sodio, Hipoclorito de calcio, agua, hielo, etc.

Existen otros insumos auxiliares al proceso como detergentes, reactivos químicos para el laboratorio, desinfectantes. Además de cajas y bolsas para el empaque del producto, agujas para la extracción de la vena, utensilios plásticos, escobas, papelería, guantes, etc.

Agua.

La empresa de procesamiento de camarón frecuentemente consume grandes cantidades de agua, y por ende descargan altos volúmenes de agua residual con alta carga orgánica.

El uso del agua en las operaciones de lavado es de mucha importancia, para lo cual se tienen las siguientes observaciones:

Lavado de piso: este lavado se hace con mangueras. Generalmente en la mayor parte de las industrias, estas no cuentan con reductores de flujo, esto conlleva a un consumo excesivo de agua.

Lavado de saneamiento: el lavado se realiza con solución desinfectante, agua y químicos como el hipoclorito de calcio, detergente para el lavado de pisos y mesas.

Limpiezas de desechos sólidos: generalmente en las empresas esta actividad se realiza con abundante uso de agua, dando lugar a la deposición de estos desechos en los drenajes dentro de la planta y por consiguiente a su incorporación al efluente.

HACCP (Sistema de Riesgos y Control de Puntos Críticos).

Es un sistema preventivo no correctivo, previene por que aprovecha el momento en reducir o eliminar la contaminación del alimento. El sistema identifica los riesgos (biológicos, químicos y físicos que entran en la producción por contaminación), establecer monitoreo y control de puntos críticos de control.

Temperatura: uno de los riesgos o factores más importantes que afectan el crecimiento de microorganismos y la mayoría se crean mejor en la zona de peligro de temperatura (8-40) ° sin embargo, los psicrófilos pueden crecer a temperaturas de refrigeración, y los termofilos en temperaturas superiores a 37°C.

Los principios de HACCP:

- Conducir un análisis de riesgos.
- Identificar los puntos críticos, de control.
- Establecer límites críticos.
- Monitorear cada punto crítico de control.
- Establecer acciones correctivas a tomar cuando ocurra una desviación del límite crítico.
- Establecer procedimientos de verificación.
- Establecer un sistema de archivo de resultados.

Los requerimiento de esta normativa para la empresa Central American Fisheries S.A. son altos y están basado en su totalidad en control de temperatura y manejo del producto dentro de las líneas del proceso, es de esta manera claro el papel preponderante que juega el sistema de Generación de Frío. El control de temperaturas se aplica en toda operación del proceso día a día tomando como patrón el estándar proporcionado por HACCP para que el producto no se vea expuesto a un cambio significativo en su temperatura, así como un almacenamiento y congelamiento eficiente.

Producción de Hielo: grandes cantidades de agua se utilizan en la producción de hielo en las empresas camaroneras. Aun en los casos, cuando este no es producido totalmente por la misma empresa. La compra y uso de los volúmenes contribuye a la generación de efluentes.

La necesidad del hielo se pueden calcular, si se conocen las condiciones operativas, estas condiciones suelen ser variables y no repetitivas.

Cuando se trata de una única partida de producto conservada en recipientes idénticos, es probable que haya variaciones en las velocidades de fusión del hielo, lo que dificulta el cálculo exacto del hielo requerido. Si los recipientes están apilados, puede haber diferencia en cuanto a la fusión del hielo, entre los que se hallan arriba, abajo o en el centro de la pila.

La cantidad de hielo para conservación del producto fresco reviste mayor importancia económica en los países tropicales, donde el clima más cálido acelera la fusión del hielo, en su fase inicial es imposible disminuir pero luego con la debida refrigeración y aislamiento si lo es.

Equipos para fabricación de Hielo.

La única forma sencilla de clasificar las diferentes fábricas de hielo es describiendo el tipo de hielo que producen; tenemos pues: el hielo en bloques, en escamas, en placas o en tubos, el hielo fundente, etc. Otra subclasificación puede basarse en el hecho de que produzcan el hielo seco o húmedo. Por lo general el primero se produce mediante un proceso de desprendimiento mecánico del hielo de una superficie de enfriamiento. Casi todas las fábricas de hielo en escamas son ejemplos de este tipo. Mientras que el hielo húmedo se produce normalmente con máquinas que emplean un procedimiento de descarchado para desprender el hielo.

Transmisión de calor.

Calor: en termodinámica se define como la energía que se transfiere debido a gradientes o diferencias de temperaturas.

La transmisión de calor se presenta en tres formas físicas distintas:

- **Conducción.**
- **Convección.**
- **Radiación.**

Conducción: es el calor que se transfiere como producto de fenómenos variados tales como: las colisiones moleculares en los gases, las vibraciones en la red de los cristales y el flujo de electrones libres en los metales.

Convección: es el término que se usa para describir la transferencia de calor de una superficie a un fluido en movimiento.

Radiación: es la transmisión de calor sin contacto de los cuerpos, el calor se transmite en este caso por ondas electromagnéticas como en función de fotones.

Potencia Calorífica: representa la cantidad de calor que fluye a través de un medio en la unidad de tiempo.

Coefficiente de conductividad térmica: es la cantidad de calor que pasa en la unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de extensión infinita y caras plano paralelas y de espesor unidad, cuando se establece una diferencia de temperaturas de un grado entre sus caras. La conductividad térmica es una propiedad característica de cada material y su símbolo es K

Coefficiente superficial de transferencia de calor: es la transmisión térmica por unidad de área hacia o desde una superficie en contacto con aire u otro fluido, debido a la convección, conducción y

radiación, dividido por la diferencia temperatura entre la superficie del material y la temperatura seca del fluido.

Este valor depende de muchos factores tales como el movimiento del aire u otros fluidos, las rugosidades de las superficies y la naturaleza y temperaturas del ambiente su símbolo es h

Coefficiente de transmisión de calor: considerando un cerramiento con caras isotermas que separa dos ambientes, también isotermos, el coeficiente total de transmisión térmica es el flujo de calor por unidad de superficie y por grado de diferencia de temperatura entre los dos ambientes su símbolo es U

Ecuaciones de transferencia de Calor:

Potencia Calorífica:

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

U = *coeficiente de transmisión de Calor.*

A = *área de transmisión.*

ΔT = *diferencia de temperaturas entre la pared interna y del ambiente*

Coeficiente total de transmisión de calor a través de una tubería con aislamiento:

$$\frac{1}{UA} = \frac{1}{2\pi r_1 L h_{c,1}} + \frac{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}{2\pi K_a L} + \frac{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)}{2\pi K_b L} + \frac{1}{2\pi r_3 L (h_{c,0} + h_{r,0})}$$

$h_{c,1}$ = coeficiente convectivo del fluido interno.

r_1 = radio interno de la tubería.

r_2 = radio externo de la tubería.

r_3 = radio exterior del aislante.

K_a = coeficiente de conductividad de tubería.

K_b = coeficiente de conductividad del aislante.

$h_{c,0}$ = coeficiente convectivo del fluido exterior.

$h_{r,0}$ = coeficiente radiactivo

L = longitud de tubería.

Energía.

La energía eléctrica se utiliza en las operaciones de las máquinas eléctricas tales como: bombas, bandas de clasificación, Compresores, máquinas de hielo, ventilación e iluminación. El uso de energía en el acondicionamiento del aire y la refrigeración es importante para garantizar la alta calidad del producto.

Generación de Energía.

Regulación de voltaje: los artefactos que utilizan la energía eléctrica están diseñados para operar a un voltaje específico, su funcionamiento será satisfactorio siempre que el voltaje aplicado no varíe más allá de ciertos límites.

Control de frecuencia: los sistemas de energía eléctrica operan con ondas de una frecuencia (ciclo/segundo) determinada dentro de cierta tolerancia.

Desbalance de voltaje: en la generación y transmisión de la energía eléctrica hoy día, se hace en tres fases. De esta manera se generan tres voltajes de la misma magnitud desfasado 120° en el tiempo, lo que constituye un sistema equilibrado.

Tableros: se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

Motores: los motores de tipo de jaula de ardilla o de inducción (que son los que se encuentran más comúnmente en las instalaciones) son motores eléctricos asíncronos, es decir, su velocidad varía con la aplicación de carga y es siempre menor a la del sincrónico. Estos motores son económicos pero tienen la desventaja de requerir una corriente muy alta en el momento del arranque (6 a 7 veces la plena carga o nominal).

Carga o potencia aislada: es la sumatoria de los consumos nominales de cada elemento consumidor según sus datos de placa.

Demanda Máxima: es la carga o potencia máxima que podría ocurrir en una instalación.

Factor de carga: es cociente de la potencia o demanda máxima entre la potencia (carga instalada).

Electricidad: son los electrones en movimiento, algunos tipos de materiales están compuestos por átomos que pierden fácilmente sus electrones y estos pueden fácilmente pasar de un átomo a otro, Así cuando estos se mueven entre los átomos de la materia se crea una corriente de electricidad.

Eficiencia de los motores eléctricos: la eficiencia o rendimiento se puede definir como el cociente entre la potencia mecánica de salida del motor y la potencia eléctrica entregada al mismo, siendo las pérdidas la diferencia entre la potencia eléctrica y la mecánica.

Ciclo de trabajo del motor de combustión interna: es el conjunto de todos los procesos (admisión, compresión, expansión y escape) sucesivos que se repiten cíclicamente en cada cilindro y que determina el funcionamiento del motor.

Factor de potencia: se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente.

Generador de combustión interna: es una máquina térmica que transforma la energía química del combustible en energía mecánica y esta a su vez en energía eléctrica, tal proceso se efectúa al inyectar aire y combustible dentro de una cámara de combustión de un pistón acoplado al eje de un generador eléctrico.

Compensación por bajo factor de potencia: la potencia reactivo-inductiva se compensan mediante potencia reactivo-capacitivas. En la mayoría de las instalaciones no se compensan hasta alcanzar un valor de $\cos\phi = 1$ pues entonces podrían aparecer fenómenos de resonancia. Suelen ser suficientes valores menores, de por ejemplo 0.9-0.95.

La formula para calcular la potencia eléctrica medida den Kw viene expresada de la siguiente manera:

$$P = \frac{\sqrt{3}xVxIx \cos \phi}{1000}$$

Luminotecnia

En la actualidad, los centros laborales y lugares en que vivimos o nos encontramos, son algo más que un mero lugar de trabajo u ocio, son entornos en los que las personas y sus necesidades deben ser puntos de máxima atención para el diseñador de iluminación. Por lo tanto se exige que las soluciones tomadas en una instalación de iluminación sean parte de un conjunto, soluciones que generen ambientes agradables, ergonómicamente correctos y energéticamente racionales

Intensidad luminosa: nos indica la intensidad de una radiación luminosa en una determinada dirección.

Flujo luminoso: es la totalidad de la potencia luminosa emitida por una fuente de luz en todas direcciones.

Lux: es la unidad de medida de la iluminación también llamada iluminancia.

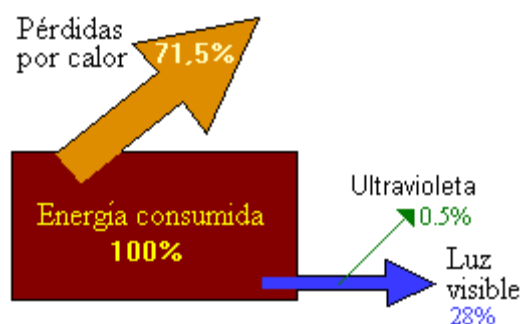
Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas en la banda de 253.7 nm. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. En la actualidad se usan dos tipos de polvos; los que producen un espectro continuo y los trifósforos que emiten un espectro de tres bandas con los colores primarios.

De la combinación de estos tres colores se obtienen una luz blanca que ofrece un buen rendimiento de color sin penalizar la eficiencia como ocurre en el caso del espectro continuo.

Las lámparas fluorescentes se caracterizan por carecer de ampolla exterior. Están formadas por un tubo de diámetro normalizado, normalmente cilíndrico, cerrado en cada extremo con un casquillo de dos contactos donde se alojan los electrodos. El tubo de descarga está relleno con vapor de mercurio a baja presión y una pequeña cantidad de un gas inerte que sirve para facilitar el encendido y controlar la descarga de electrones.

La eficacia de estas lámparas depende de muchos factores: potencia de la lámpara, tipo y presión del gas de relleno, propiedades de la sustancia fluorescente que recubre el tubo, temperatura ambiente... Esta última es muy importante porque determina la presión del gas y en último término el flujo de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara.



Balance energético de una lámpara fluorescente

Figura 2: Balance de perdidas en Lámparas

La duración de estas lámparas se sitúa entre 5000 y 7000 horas. Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos, hecho que se incrementa con el número de encendidos, impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red. Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo donde se deposita la sustancia emisora.

El rendimiento en color de estas lámparas varía de moderado a excelente según las sustancias fluorescentes empleadas. Para las lámparas destinadas a usos habituales que no requieran de gran precisión su valor está entre 80 y 90. De igual forma la apariencia y la temperatura de color varía según las características concretas de cada lámpara.

Diseño de alumbrado de interiores, Método del rendimiento de la iluminación:

Para el cálculo de un alumbrado interior debe partirse de los datos fundamentales relativos a:

- Tipo de actividad a desarrollar.
- Dimensiones y características físicas del local a iluminar.

El flujo luminoso total necesario se calcula aplicando la fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E_M \cdot S}{\eta \cdot f_c}$$

Φ_T = Flujo Luminoso total necesario (Lúmenes).

E_M = Iluminación media (Lux).

η = Rendimiento de la iluminación.

f_c = Factor de conservación de la instalación.

La influencia de las dimensiones del local en el rendimiento del mismo, viene dada por un índice que las relaciona, llamado índice del local k, que según fórmulas en nuestro caso se expresa de la siguiente manera.

$$K = \frac{a \cdot b}{h(a + b)}$$

Número de puntos de luz o luminarias puede calcularse de la siguiente forma:

$$N = \frac{\Phi_T}{\Phi_L}$$

Φ_L = Flujo luminoso nominal de las lámparas contenidas en una luminaria.

Hidrodinámica

El estudio del movimiento de un fluido en el interior de un contorno (Tubería, canal) o alrededor de un contorno (barco, ala de avión) es:

Conviene distinguir los siguientes regimenes de corriente:

- Corriente permanente y corriente variable.

Permanente si en cualquier punto del espacio por donde circula el fluido no varían con el tiempo las características de este. (Aunque varíen de un punto a otro). Variable si sucede lo contrario.

- Corriente uniforme y no uniforme.

Uniforme si en cualquier sección transversal a la corriente la velocidad en puntos homólogos es igual en magnitud y dirección, aunque dentro de una misma sección transversal. No uniforme en caso contrario.

- Corriente laminar y turbulenta.

Laminar si es perfectamente ordenada de manera que el fluido se mueva en láminas paralelas o en capas cilíndricas coaxiales. En caso contrario turbulentas.

Flujo laminar: es cuando la velocidad del fluido son lo suficientemente baja siendo las perdidas de carga debido a la fricción directamente proporcional a estas, aunque a lo largo de una tubería uniforme existan distintas velocidades.

Turbulento se da cuando existe un incremento en las velocidades del fluido, produciendo un aumento brusco del ritmo al que varia la perdida de carga.

Numero de Reynolds: es la relación entre las fuerzas de inercia y las fuerzas viscosas donde un flujo de un fluido a través de un conducto completamente lleno donde interviene las fuerzas de inercia y fricción del fluido debido a la viscosidad.

Expresado de la siguiente manera:

$$R_E = \frac{D \times V}{\nu}$$

D : diámetro Tuberia

V : Velocidad Media

ν : Viscosidad Cinemática

Pérdidas primarias: son las producidas por la fricción que existe en las tuberías, estas pérdidas dependen en gran manera de la velocidad del fluido así como de las longitudes de las tuberías.

La fórmula para calcular las pérdidas primarias es:

$$h_f = f \frac{LV^2}{2Dg}$$

L = longitud de tuberia.

$$g = 9.81 \frac{m}{s^2}$$

f = factor de fricción

El factor de fricción depende del tipo de material, así como del número de Reynolds.

Pérdidas de Forma en sistemas cerrados: estas pérdidas tienen lugar en los cambios de sección, dirección de la corriente, en las contracciones, ensanchamientos, codos, diafragmas, válvulas de diferentes tipos, etc. En general en todos los accesorios de tuberías. Estos accesorios ocasionan una perturbación de la corriente. Que originan remolinos y desprendimiento, que intensifican las pérdidas. Dependen en gran medida de la velocidad.

A continuación se presenta la fórmula del cálculo de pérdidas secundarias:

$$h = \sum k \frac{V^2}{2g}$$

k = coeficiente adimensional de pérdidas carga secundaria

Máquina Hidráulica.

Es toda máquina en la que el fluido que intercambia su energía, no varía sensiblemente de densidad en su paso a través de la máquina, así se puede asumir la hipótesis de que la densidad, es constante.

Clasificación de las Máquinas Hidráulicas: se clasifican según la dirección y la forma de la transferencia de energía. Si la transferencia se efectúa de la máquina al fluido, se le da el nombre genérico de máquina de trabajo, esta agrupación incluye a las bombas, hélices y ventiladores. Si la transferencia energética se efectúa del fluido a la máquina, se le da el nombre de máquina de fuerza, que incluye a las turbinas de agua.

Pérdidas Hidráulicas:

Existen dos grupos que son:

- **Pérdidas de superficies:** se producen por el rozamiento del fluido con las paredes de la máquina y las pérdidas de forma, las cuales se producen por el desplazamiento de la capa límite.

Dentro de las pérdidas volumétricas encontramos dos grandes grupos que son:

- **Pérdidas volumétricas exteriores:** constituyen un escape de fluido al exterior donde el fluido sale al exterior por el juego entre la carcasa y el eje de la máquina.
- **Pérdidas volumétricas interiores:** estas son las más importantes, y reducen mucho el rendimiento de la turbomáquina a causa de que existen diferenciales de presiones dentro de la carcasa de una bomba.
- **Pérdidas Mecánicas:** consisten principalmente en el rozamiento del fluido sobre las paredes exteriores del rodete, debido a que el rodete no gira en el vacío sino en un fluido viscoso. Estas pérdidas se pueden reducir dándole al rodete un acabado muy fino en la superficie exterior para reducir el factor de rozamiento, pero obviamente estos rodetes son más costosos.

Altura neta de la bomba: es la diferencia de alturas totales entre la salida y la entrada de la bomba más las pérdidas primarias y secundarias. Esta diferencia de alturas es el incremento de altura útil consumida por la bomba activa.

$$H = \frac{P_S - P_E}{\gamma} + Z_S - Z_E + \frac{V_S^2 - V_E^2}{2g} + h_{r1-2}$$

La potencia puede determinarse a partir de la fórmula:

$$p = \gamma \times \dot{Q} \times H$$

$$P_{acc} = \frac{\gamma \times \dot{Q} \times H}{\eta}$$

p = potencia necesaria de Bomba.

p_{acc} = potencia de eje.

Parámetros de eficiencia

Para determinar los parámetros de eficiencia en distintas áreas es necesario conocer los siguientes datos:

- ✓ Cantidad de energía generada mensualmente.
- ✓ Consumo de Diesel mensualmente.
- ✓ Demanda máxima.
- ✓ Total de horas de generación de todos los generadores.
- ✓ Total de horas fuera de servicio de todos los generadores.
- ✓ Capacidad instalada.
- ✓ Costo del Kwh.
- ✓ Total de libras del producto procesado
- ✓ Total de toneladas de hielo consumido.
- ✓ Total de galones de agua para la producción de hielo.
- ✓ Total de toneladas de hielo producido al día.
- ✓ Total de BTU generados por el compresor.
- ✓ Total de Kwh. consumidos por compresor.
- ✓ Volúmenes de los cuartos fríos.

Con los datos anteriores determinamos los parámetros de generación:

Factor de carga = **Generación Bruta/ Demanda máxima x Horas del periodo.**

Factor de Utilización = **Demanda máxima/ Capacidad Instalada.**

Factor de disponibilidad = **(Horas del periodo – Horas fuera de servicio)/ Horas del periodo.**

Rendimiento = **Generación Bruta/ consumo de combustible.**

Planta de proceso

Los datos requeridos de la planta de proceso se muestran a continuación:

- ✓ Total de libras procesada
- ✓ Total de galones de agua a diario en proceso.
- ✓ Total de toneladas de hielo consumidas.

Parámetros.

Rendimiento en utilización de agua = **Total de libras de producto/ Total de galones de agua.**

Rendimiento de utilización de hielo = **Total de libras de producto/ Total de toneladas de hielo.**

Refrigeración.

Los datos requeridos en la planta de hielo y refrigeración son:

- ✓ Total de galones de agua para la producción de la planta de hielo.
- ✓ Total de toneladas de hielo producidas por día.
- ✓ Total de BTU generados por el compresor.
- ✓ Volúmenes de los cuartos fríos.

Parámetros de rendimiento de utilización de recursos.

Rendimiento en la utilización del agua = **Toneladas de hielo producidas / Total de galones de agua.**

Factor de utilización = **BTU/ Kwh.**

Factor de Área = **BTU/ M³.**

Rendimiento por producto = **BTU/ Total de libras de producto procesado.**

Capítulo I. Determinación de la Capacidad Instalada en CAF.

Capacidad Instalada en CAF.

Es de gran importancia en el estudio de auditoria energética mostrar la capacidad instalada en Kw., dentro de la empresa, ya que ello nos permite evaluar e identificar problemas en las posibles condiciones de crecimiento así como los cambios que involucra, tanto en la distribución de carga como en la capacidad de generación de energía eléctrica con el fin de disponer de un eficiente suministro ya que de tal eficiencia de generación depende el buen uso en los distintos equipos eléctricos disponibles en la empresa. A continuación presentamos cada uno de los consumidores por áreas en Central American Fisheries S. A.

1. Principales consumidores en CAF.

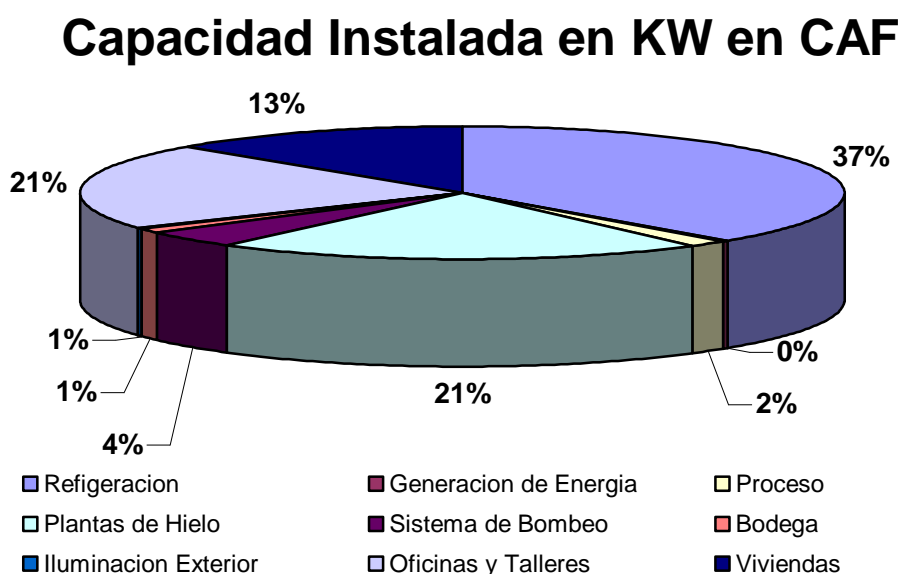


Figura 3. Capacidad Instalada por área en Central American Fisheries S. A.

La gráfica anterior nos muestra la capacidad instalada presente actualmente en la empresa de **983.7527 Kw**. Como se puede ver el área con mayor capacidad instalada es el área de Refrigeración que cuenta con una capacidad de **371.58 Kw**, seguido del área de Plantas de Hielo con una capacidad instalada de **203.54 Kw** instalado, y la capacidad instalada en oficinas y talleres que representa una alta capacidad instalada de **206.1175 Kw**. A demás se pueden ver los de menor capacidad instalada tal es el caso de las área de: Viviendas **126.2154 kw**, Bombeo **40.925 Kw**,

Proceso **16.422 kw**, Bodega **10.0988 kw**, Iluminación exterior y el área de Generación de Energía con **5.07 y 3.79 Kw** respectivamente.

1.1 Capacidad Instalada en el área de Refrigeración en Kw en Central American Fisheries S. A.

Actualmente en Central American Fisheries S. A, el área que representa, el mayor demandante en potencia eléctrica por capacidad instalada es el área de Refrigeración con **371.58 Kw** lo que representa un **56%** del total de la capacidad instalada en la empresa, lo que nos permite centrar nuestra atención. La siguiente gráfica muestra cada uno de los equipos existentes actualmente en dicha área.

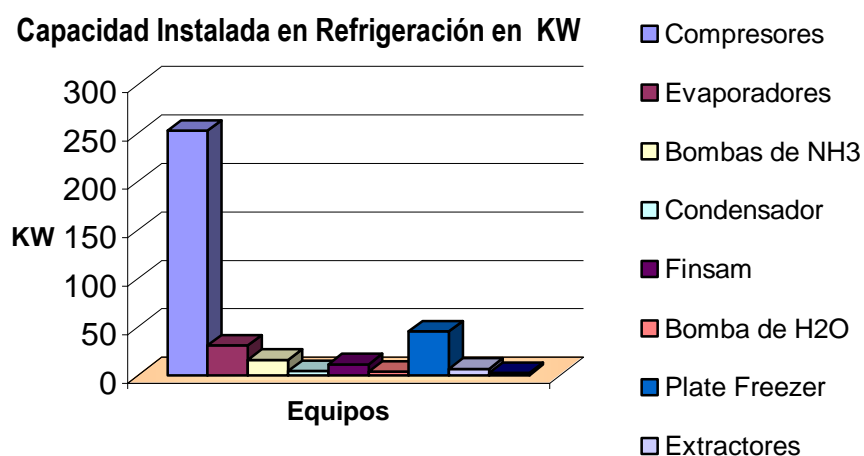


Figura 4. Capacidad Instalada en Refrigeración en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Equipos	Kw
Compresores	252
Evaporadores	30.53
Bombas de NH3	15.8
Condensador	4.5
Finsam	11.25
Bomba de H2O	3.75
Plate Freezer	45
Extractores	6.6
Iluminación	2.15

La gráfica y los detalles presentados anteriormente muestran que los principales equipo eléctrico de mayor capacidad instalada en el área de refrigeración son los compresores con una capacidad de **252 Kw**, seguido de los Plate Freezer con **45 Kw**, así también como los de menor capacidad en los que se pueden mencionar el condensador e iluminación.

1.2 Capacidad Instalada en el área de Plantas de Hielo en Kw en Central American Fisheries S. A.

Otra área que representa una alta demanda en su capacidad instalada es el de la planta de Hielo con una capacidad de **203.54 Kw**, lo que representa un **31 %** del total de la capacidad instalada en la empresa, ya que cuenta con equipos de alta capacidad eléctrica en potencia. A continuación presentamos cada uno de los equipos existentes en ésta área por medio de la siguiente gráfica.

1.2.1 Planta de Hielo 1.

La siguiente gráfica muestra la capacidad encontrada por equipos eléctricos en el área de Planta de Hielo 1.

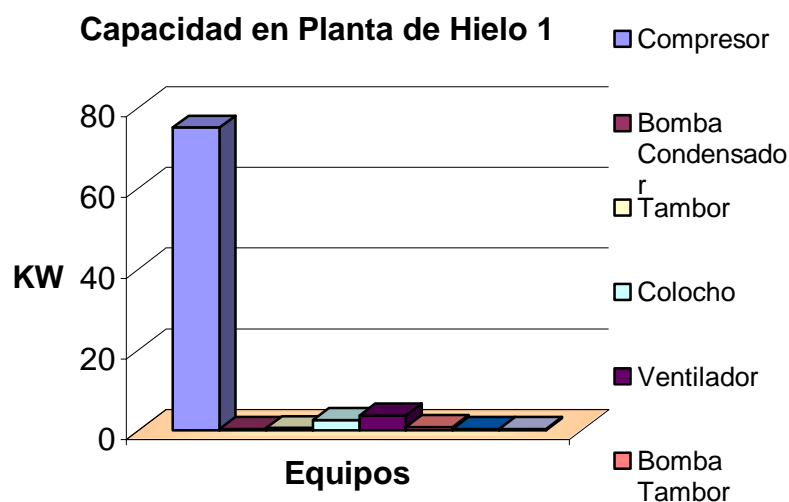


Figura 5. Capacidad Instalada en Planta de Hielo 1 en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Capacidad Instalada	Equipos
Compresor	75
Bomba Condensador	0.37
Tambor	0.56
Colocho	2.6
Ventilador	3.7
Bomba Tambor	0.75
Bomba Compresor	0.37
Iluminación	0.3

La gráfica y los detalles presentados anteriormente muestran la capacidad instalada en el área de Planta de Hielo 1, mostrando cada uno de los equipos encontrados en la misma, por lo que muestra que los compresores y ventiladores son los que ocupan la mayor capacidad instalada con **75** y **3.7 Kw** instalados respectivamente, así como las bombas de agua y la iluminación representan los de menor capacidad instalada con **0.37** y **0.3 Kw** respectivamente.

1. 2. 2 Planta de Hielo 2 (Muelle).

A continuación presentamos los equipos eléctricos encontrados en el área de Planta de Hielo 2 con su respectivo gráfico de consumo.

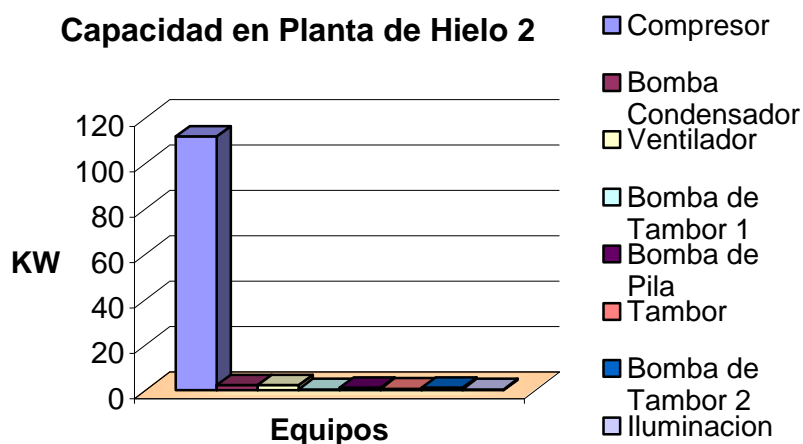


Figura 6. Capacidad Instalada en Planta de Hielo del Muelle en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Equipos	Kw
Compresor	111.85
Bomba Condensador	2.2
Ventilador	2.2
Bomba de Tambor 1	0.37
Bomba de Pila	1.1
Tambor	0.75
Bomba de Tambor 2	1.1
Iluminación	0.318

La gráfica y los detalles de capacidad presentados anteriormente muestran la capacidad instalada en la Planta de Hielo 2 por cada uno de los equipos existentes de los cuales podemos mencionar los compresores, las bombas y ventiladores como los mayores consumidores así como la bomba del tambor y la iluminación como los de menor capacidad eléctrica encontrada en esta área.

I. 3 Capacidad Instalada en el área de Sistema de Bombeo en Kw en Central American Fisheries S. A.

El área de Bombeo con una capacidad de **40.93 Kw** representa el **6 %** de la capacidad instalada en Central American Fisheries S.A. por lo que a continuación presentamos la capacidad de esta en cada uno de sus equipos eléctricos.

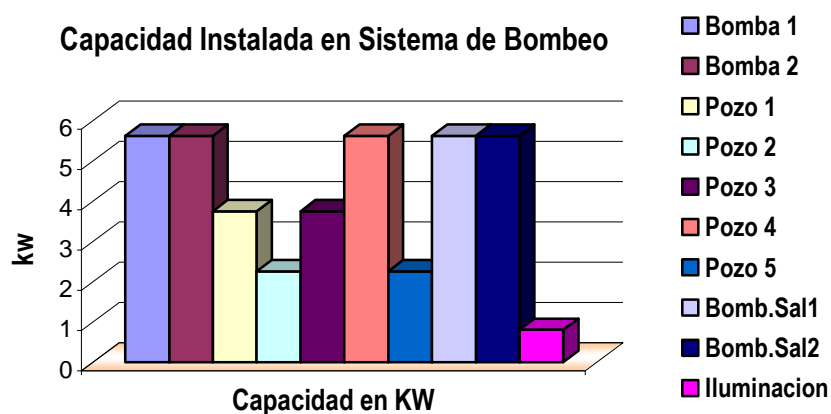


Figura 7. Capacidad Instalada en Sistema de Bombeo en Kw en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Bombas	KW
Bomba 1	5.625
Bomba 2	5.625
Pozo 1	3.75
Pozo 2	2.25
Pozo 3	3.75
Pozo 4	5.625
Pozo 5	2.25
Bomba de agua salada 1	5.625
Bomba de agua salada 2	5.625
Iluminación	0.8

La figura 7 con sus detalles Muestran las capacidades instaladas en el sistema de bombeo de la empresa siendo la de mayor capacidad la Bomba 1 y 2 con **5.62 Kw** y las de menor capacidad la Bomba de Pozo 2 y 5 con **2.25 Kw**.

1. 4 Capacidad Instalada en el área de Proceso en Kw en Central American Fisheries S. A.

Actualmente el área de proceso tiene una capacidad instalada de **16.42Kw** lo que representa el **3 %** de la capacidad instalada total en la empresa. A continuación presentamos los principales equipos encontrados en esta área.

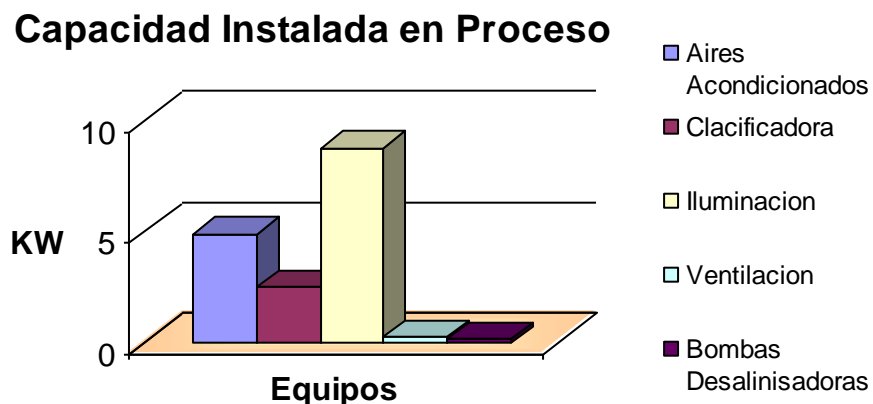


Figura 8. Capacidad Instalada en el área de proceso en Kw en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Equipos	kw
Aires Acondicionados	4.856
Clasificadora	2.49
Iluminación	8.72
Ventilación	0.224
Bombas Desalinizadoras	0.132

La gráfica con sus detalles muestran cada uno de los consumidores en el área de proceso de los cuales podemos observar los de mayor capacidad como los acondicionadores de aire con **4.85 Kw** y el de menor capacidad las bombas desalinizadoras con **0.132 Kw**.

1.5 Capacidad Instalada en el área de Bodegas en Kw en Central American Fisheries S. A.

Actualmente el área de bodega tiene una capacidad instalada de **10.1 Kw** lo que representa el **2 %** de la capacidad instalada total en la empresa. A continuación presentamos los principales equipos encontrados en esta área.

Capacidad Instalada en Bodega en KW

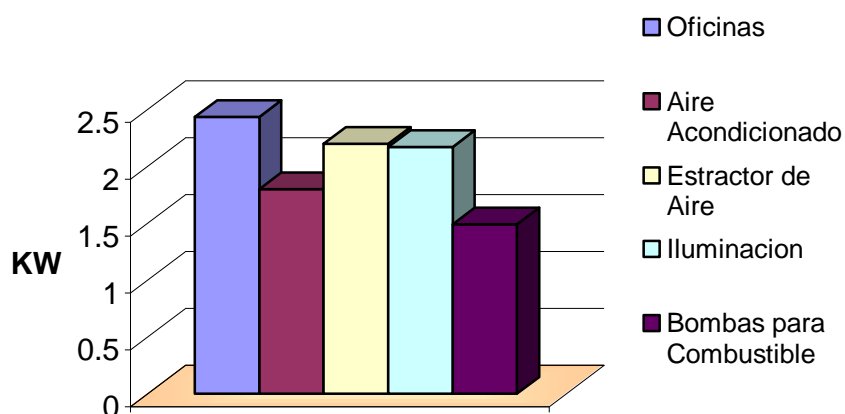


Figura 9. Capacidad Instalada en Sistema de Bodega en Kw en Central American Fisheries S. A.

Detalle de capacidad instalada:

Áreas	kw
Accesorios de Oficina	2.44
Aire Acondicionado	1.8
Extractor de Aire	2.2
Iluminación	2.17
Bombas para Combustible	1.49

La figura 9 con sus detalles muestran cada uno de los equipos encontrados en el área de Bodega siendo el de mayor capacidad los accesorios de oficinas con **2.43 Kw** y el de menor capacidad las bombas para combustible de **1.49 Kw**. El sistema de bombeo representa para la empresa **4.16%** de su capacidad instalada

1. 6 Capacidad Instalada en el área de Iluminaron Exterior en Kw en Central American Fisheries S. A.

El área de Iluminación Exterior con una capacidad instalada de **5.07** representa el **0.516%** de la capacidad instalada en Central American Fisheries S.A. para mas detalles ver anexo B, tabla B.35.

1. 7 Capacidad Instalada en el área de Generación de Energía en Kw en Central American Fisheries S. A.

El área de Generación de Energía con una capacidad de **3.79 Kw** representa el **0.385%** del total de la capacidad instalada en la empresa. A continuación se presentan detalles cada uno de los equipos existentes en esta área.

Capacidad Instalada en Generacion de Energia

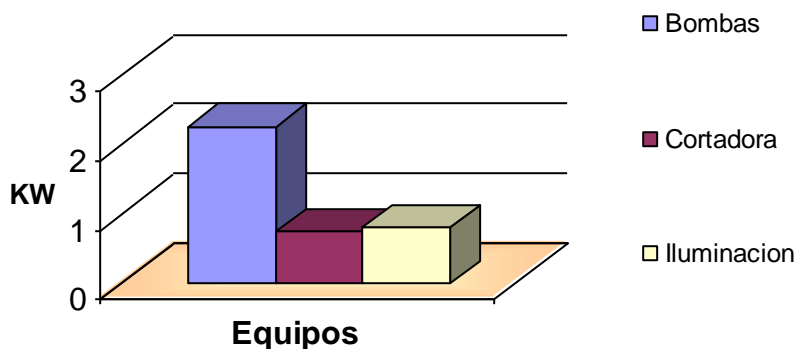


Figura 10. Capacidad Instalada en Generación de Energía en Kw en Central American Fisheries S. A.

Detalles de capacidad instalada:

Equipos	kw
Bombas	2.25
Cortadora	0.746
Iluminación	0.79

1. 8 Capacidad Instalada en el área de Oficinas y talleres en Kw en Central American Fisheries S. A.

Oficinas y talleres son dos áreas distintas que pueden ser evaluadas cada una por aparte pero por efecto de reducir en detalles y exposición la hemos abarcado juntas.

Esta área representa dentro de todas las capacidades de la planta una de las mayores, con una potencia instalada de **206.1175 Kw** lo cual representa un **20%** de la capacidad instalada total en la Empresa, en el gráfico 8 se muestran algunos detalles de su distribución en cuanto a capacidad instalada.



Figura 11. Capacidad Instalada en Oficinas y talleres en Central American Fisheries S.A.

Detalle de capacidad instalada:

Equipos	kw
Gerencia	3.96
Contabilidad	10.16
Proceso	31.5
Mantenimiento	4.65
Talleres	124.76
Iluminación	7.34
Acondicionamiento	23.71

De lo anterior puede detallarse que su mayor capacidad se encuentra en talleres, es evidente que casi todas las oficinas y algunos talleres demandan energía para acondicionamiento del lugar. En el anexo B, tabla B.24. Se detallan cada uno de los equipos encontrados en esta área.

1. 9 Capacidad Instalada en el área de Viviendas en Kw en Central American Fisheries S. A.

Para esta área se realizó un censo de carga instalada en el cual el **95%** de las casas fue censada; para las demás se supuso un consumo de una casa estándar de trabajadores para abarcar el **100%** del total de viviendas, esta área presenta en capacidad instalada un total de **126.2154 Kw** lo que significa **12.83%** del total instalado en la empresa.

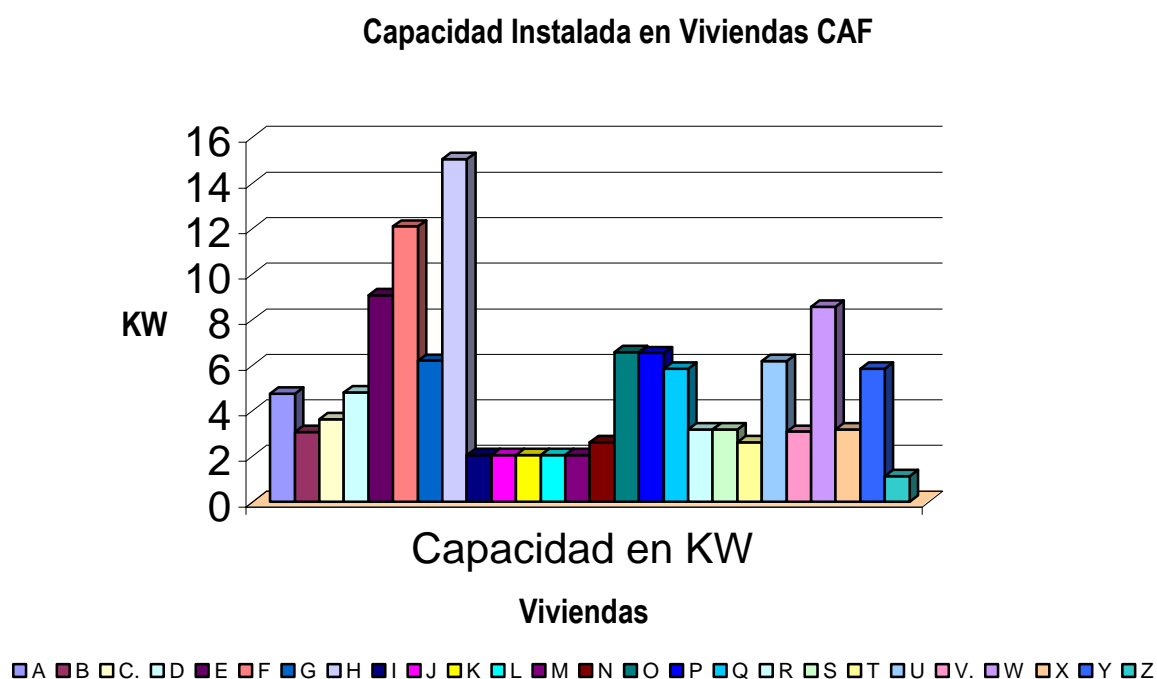


Figura 12. Capacidad Instalada en Viviendas en donde cada letra representa una vivienda ya identificadas cada una en las tablas de anexos B, tabla B.14.

Detalle de capacidad instalada:

Casas	kw	Casas	kw
A	4.74	N	2.6
B	3.06	O	6.6
C.	3.62	P	6.5
D	4.81	Q	5.8
E	9.07	R	3.2
F	12.08	S	3.2
G	6.19	T	2.6
H	15.04	U	6.2
I	2.05	V.	3.1
J	2.05	W	8.6
K	2.05	X	3.2
L	2.05	Y	5.8
M	2.05	Z	1.1

La gráfica presenta viviendas a distintos niveles, esto es debido a que en algunas viviendas poseen una mayor cantidad de equipos electrodomésticos, y en algunos casos equipos para el confort humano. En el anexo B, tabla B.14. Detallamos la cantidad de viviendas con sus equipos eléctricos.

En síntesis en esta unidad hemos expuesto la manera como esta distribuida la capacidad en conformidad con los equipos existentes en la empresa por área, de manera que podamos conocer su distribución de carga, todo con el objetivo de valorar y controlar la demanda de dichos consumidores dentro y fuera de la empresa.

Si bien la capacidad instalada muestra la potencia que será demandada en la unidad de tiempo, esta no refleja un valor de consumo kwhr dentro de una jornada laboral, mensual o anual.

Capítulo II. Análisis del Consumo de la Carga Instalada en CAF

2. Análisis del Consumo de la Carga Instalada en CAF.

En toda auditoria energética es fundamental conocer la manera en que operan los equipos, ya que de su forma de operar, depende el consumo de energía eléctrica, es decir el consumo de dichas máquinas o accesorios estará determinado por las horas requeridas de trabajo en operación unitaria.

2. 1 Secciones más Importantes que Componen CAF - CIS.

- Generación Eléctrica.
- Sistema de Distribución Eléctrica y Banco de Transformadores.
- Abastecimiento de Agua.
- Plantas de Hielo.
- Generación Frío.
- Edificio de Proceso.
- Transporte Terrestre.
- Viviendas CAF.

En detalle estas secciones representan en CAF sus principales áreas de consumo de energía eléctrica así como de los recursos evaluados: agua, aceite, freón y hielo. El diagrama de distribución por consumo se representa a continuación:

Consumo de Energía por Area en Central American Fisheries SA. en Kwh/año

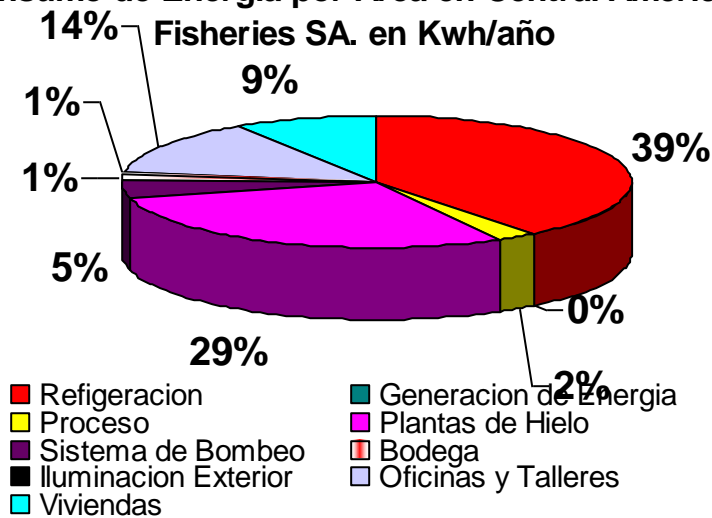


Fig. 23: Gráfico de Consumidores.

2. 1. 1. Generación de energía

Equipos existentes:

- Dos motores con sus generadores CATERPILLAR # 3412.
- Un motor VOLVO PENTA con su generador LEROY SOMER.
- Un generador (SCODA).
- Un motor CUMMINS con su generador DOW – WARNER.
- Un motor CATERPILLAR D – 353 con su generador STAMFORD.
- Un motor CATERPILLAR # 3412 con su generador STAMFORD.
- Dos bombas trasegadoras de Diesel.
- Dos tanques de combustible de 500 galones cada uno.
- Dos tanques de combustible de 1200 galones cada uno.
- Un banco de compensación de 200 KVA.
- Un banco de compensación de 150 KVA.
- Compresor de aire del generador (SCODA).
- Una bomba de agua del generador (SCODA).

- Una torre de enfriamiento.
- Un condensador.
- Lámparas Fluorescentes.
- Cortadora de tubos, etc.

Diagnóstico de consumo:

El consumo de energía anual de esta área es de **7996.3 Kwhr / año** que representa un **0.18%** del consumo total, si bien en el gráfico se muestra casi nulo, es porque es una área en donde se genera la energía y no se necesitan de muchos dispositivos o equipos para su obtención, generalmente el consumo de esta área es empleado en iluminación, en la visita a la planta se observó lámparas que no presentan un switch de apagado y pasan encendidas las 24 horas del día.

2. 1. 2. Refrigeración

Equipos existentes:

- Compresor N° 1.
- Compresor N° 2.
- Compresor N° 3.
- Compresor N° 4.
- Compresor de Tornillo.
- Plate Freezer.
- Evaporadores.
- Condensadores.
- Bombas de agua.
- Bombas de Amoníaco
- Finsam N° 1.
- Finsam N° 2.
- Iluminación.

Diagnóstico de consumo:

En el área de refrigeración por lo general se opera con dos compresores de baja y un compresor de alta los cuales son utilizados en el congelamiento y conservación del producto, esta área es para la empresa su mayor consumidor, en esta área trabajan los compresores en un promedio de 24 hrs. Los compresores trabajan en sistema doble etapa con uno de ellos por lo general en Stand By el cual es utilizado en casos de emergencia o mantenimiento, actualmente solo un Finsam se esta utilizando y el Plate freezer esta fuera de uso, por lo que la carga anual para esta área a disminuido sensiblemente aunque no afecta su punto de mayor consumidor, los tiempos de operación de estos equipos promedian las 24 hrs, con una disminución en sus tiempos de operación dado los meses de veda en los que son utilizados en un menor tiempo dado que la cantidad de producto a congelar escasea.

La bomba de agua mencionada en esta unidad es la bomba que se utiliza para realizar el descongelamiento del túnel N°3 ya que este se realiza por medio de agua y los demás lo realizan por gas caliente. Todos los cuartos de almacenamiento y Túneles presentan los termostatos en buen estado y con una escala optima de regulación, algunas puertas de los cuartos fríos y túneles tienen pequeñas infiltraciones por la orilla ya que carecen de un buen aislamiento.

Dada la capacidad instalada de estos equipos y su rango de operación presenta un consumo anual de **1663415.1 Kwhr/ año**, que representa **39.4%** del consumo total.

2. 1. 3. Proceso

Equipos Existentes

- Motor Banda de la clasificadora.
- Motor de Banda Pequeña.
- Motor de Banda superficial N°1.
- Motor de Rodos de clasificadora.
- Motor de Banda de clasificadora superficial N° 2.
- Aires acondicionados.
- Empacadora al vacío.
- Lavadoras.
- Secadoras.
- Extractores.
- Iluminación.

Esta área esta subdividida en otras áreas dentro del plantel proceso las cuales las hemos identificado de esta manera: Vestidor, Clasificado (Operación Mecánica, Clasificado 2 manual), Langosta, Pescado, Recepción, Empaque, ante sala de almacenamiento y Pelado.

Diagnóstico de Consumo:

El Consumo de esta área es utilizado en los equipos necesarios para la realización de todas las operaciones, por lo general presentan un tiempo de operación promedio de 13.5 hrs en teoría aunque algunos equipos o luminarias son utilizados por mayor tiempo alcanzando en algunos casos valores de 24hrs. EL consumo anual de esta área es de **104788.1 Kwhr/año** que representa **2.47%** del consumo total de la empresa al año.

Hemos visto un mal uso del agua, algunos grifos pasan abiertos permanentemente durante el proceso sin ser utilizados, además es notorio ver la falta de presión de agua para abastecer al plantel de proceso.

2. 1. 4. Sistema de bombeo

Abastecimiento de agua.

Bombas de Distribución:

- Bomba N° 1
- Bomba N° 2

Bombas de Abastecimiento a la Pila Almacén:

- Bomba de Pozo N° 1
- Bomba de Pozo N° 2
- Bomba de Pozo N° 3
- Bomba de Pozo N° 4
- Bomba de Pozo N° 5

Bombas de Agua Salada:

- Bomba N° 1
- Bomba N°2

Diagnóstico de consumo:

Los tiempos de operación de las bombas estarán acorde con el nivel del pozo, así como la capacidad de bombeo en cada bomba. La Bomba N°1 de distribución de agua dulce se utiliza 24 hrs al día, la Bomba N° 2 (agua dulce) de distribución opera de 4 a 5 hrs dos veces a la semana, la Bomba del Pozo N°3 se utiliza para abastecer la pila en operación normal 16 hrs al día, la Bomba del Pozo N° 4 se utiliza para Planta de Hielo Proceso o para llenar Pila de abastecimiento general además se utiliza 6 días a la semana con 14 hrs al día, para el llenado de pila se utiliza 2 a 3 veces por la noche durante 45 minutos, para fines de semana se utiliza para pila de 5-6 veces los Domingos durante 45 minutos), la Bomba del Pozo N° 5 se utiliza para el llenado de la pila durante 7 hrs diarias. La Bomba N° 1 de agua salada se utiliza 24 hrs diaria para enfriamiento del generador y

para planta de hielo, la Bomba N° 2 de agua salada se utiliza 16 hrs al día para abastecer el área proceso.

El consumo de energía del sistema de bombeo es debido a la necesidad de abastecer al edificio de proceso, viviendas, Flota de barcos, Plantas de hielo, Sistema de generación de frío (condensador), etc, con un consumo anual de **192335.5 kwhr/año**, que representa **4.54%** del consumo total de la empresa.

2. 1. 5. Plantas de Hielo

- Compresores
- Ventiladores.
- Bombas de agua.
- Iluminación.

Diagnóstico de consumo:

Estas plantas de hielo por lo general trabajan en promedio de 24 horas diaria, dado a que el hielo es necesario para las operaciones a realizar en proceso, solamente cuando se planifica el mantenimiento de alguna de ellas se procede a detenerlas, estas plantas están clasificadas por ubicación y por capacidad de producción siendo las capacidades de producción de estas: dos unidades de 10 Toneladas y una de 20 Toneladas teórica dado que en la realidad su capacidad de producción oscila entre un **80-85%** de la capacidad teórica. En su inicio eran tres compresores para estas plantas de hielo, apartir del mes de Junio del 2005 se optó por cambiar los dos motores recíprocantes de las plantas correspondientes a las unidades de 10 toneladas por un compresor de tornillo manejando los dos tambores de producción de hielo. El consumo de energía eléctrica de estas plantas de hielo es de **1215621.4 kwhr/año**, que representa el **28.73 %** del total consumido.

2. 1. 6. Bodega

Equipos existentes:

- Extractores de aire.
- Iluminación.
- Ventiladores.
- Bombas de trasiego de combustible.

Diagnóstico de consumo:

En el caso de los equipos que se encuentran en bodega se hace una sobre utilización de estos ya que en promedio trabajan 24 horas (Luminarias y aire acondicionado). La bomba trasegadora opera en promedio de 3 hrs al día, utilizada para el llenado del tanque de diesel. El consumo de esta área es **54080.3 kwhr/año**, que representa **1.27 %** del total consumido por la empresa.

4. 1. 7. Oficina y talleres

Equipos Existentes:

- Acondicionadores Aire.
- Accesorios para oficinas (Computadoras, Impresoras, etc.).
- Iluminación.

Diagnóstico de consumo:

Por lo general el rango de operación de estos equipos debería ser el mismo de las horas laborales, pero debido al manejo desmedido del recurso energético se incurren en tiempos diferentes de operación alcanzando algunos de estos hasta 24 hrs de uso. Este consumo es de **573505.8 kwhr/año**, que representa **13.55%** del total.

2. 1. 8. Viviendas

Equipos Existentes:

Accesorios para vivienda:

- Televisor.
- Plancha.
- Equipo de Sonido.
- Lavadora.
- Secadora.
- Iluminación.
- Aire acondicionado, etc.

Diagnóstico de consumo:

Este tipo de Consumo es un consumo no controlado ya que no se dispone de medidores de energía eléctrica para viviendas. Dado que es una razón social, se piensa que solo debería usarse en las horas complementos de las horas laborales pero no es así ya que en estas habitaciones siempre se encuentran familiares, niños, etc. Para ello se realizó un censo de carga en el 95% del total de las viviendas y un estimado del promedio actual de vivienda típica en el resto de las casas (5%). Su consumo es de **389156.2 kwhr/año**, que representa **9%** del total.

2. 1. 9. Alumbrado exterior

Equipos Existentes:

- Iluminación (Lámparas)

Diagnóstico de consumo:

Estas luminarias se utilizan para el alumbrado exterior, alumbramiento del muelle al igual que zonas del Plantel C.A.F. Este tipo de luminarias poseen fotoceldas de manera que controlan el encendido y apagado normal (12 hrs). Su consumo es de **23774.3 kwhr/año**, que representa un **0.5%** del consumo general.

2. 2. Principales consumidores de agua en Central American Fisheries S.A.

- El área de proceso de clasificado de camarón y la langosta (Limpieza del edificio, Pelado del producto, clasificado manual y mecánico).
- La producción de hielo en las plantas de fabricación de hielo 1 y 2.
- Viviendas fuera de CAF.
- Llenado de Pila para el abastecimiento de planta de proceso.
- Enfriamiento de unidad condensadora.

En esta unidad se valoró las condiciones de operación observadas en la visita al plantel CAF, se describió por áreas todos los consumidores existentes en la empresa. Estos valores son necesarios para describir el comportamiento de la empresa en cuanto a producción y consumo de energía. A fin de evaluar cada consumidor es importante conocer y valorar la eficiencia de los mismos mediante indicadores o parámetros de eficiencia energética.

Capítulo III. Análisis del Comportamiento de la Demanda de Energía en CAF

Análisis del Comportamiento de la Demanda de Energía en CAF.

En este capítulo detallamos el comportamiento de la demanda en la empresa Central American Fisheries S.A. tomando como referencia un año de generación. Para ello presentaremos gráficos que detallan la manera en que es utilizada la energía a lo largo del día.

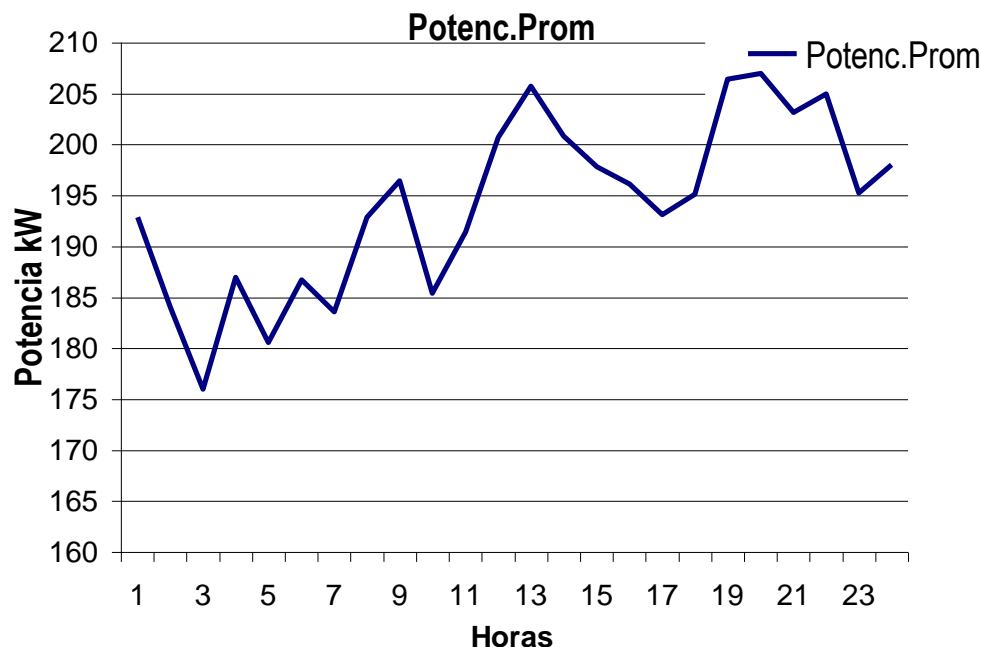


Fig13. Gráfica del comportamiento de la demanda promedio en el mes de Noviembre 2004.

Es evidente que para esta fecha el comportamiento de la carga no es una constante, en este Gráfica se pone de manifiesto que las horas pico alcanzada en generación corresponde a las **8:00 pm (potencia máxima demandada)**, hora quizás en que los consumidores fuera de la empresa comienza hacer uso de la energía eléctrica una vez concluida la jornada o el periodo laboral. **La potencia mínima ocurre a las 3:00 am.**

Potencia Máxima: La potencia máxima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **207 Kw** y ocurre generalmente a las **8:00 pm**.

Potencia Mínima: La potencia mínima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **176 Kw** y ocurre a las **3:00 am**.

Potencia Promedio: La potencia promedio demandada en la empresa presente en el gráfico se obtuvo al sumar todas las potencias tomadas por horas y dividiéndolas entre las 24 muestras al día siendo según la gráfica de **194 Kw**. Para mayor detalle de las potencias por hora tomadas en este mes ver anexo B, tabla B.36.

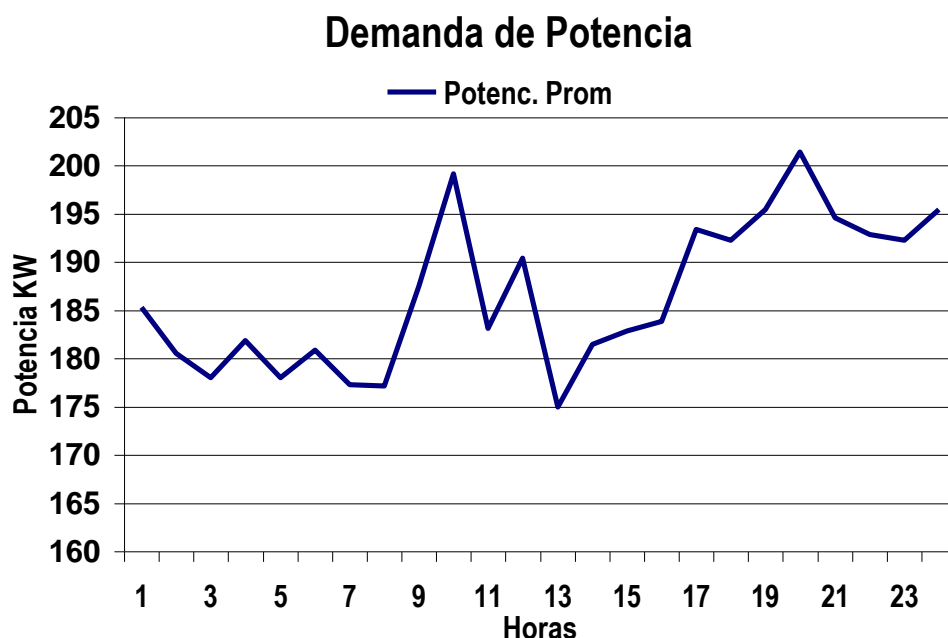


Fig14. Gráfica del comportamiento de la demanda promedio en el mes de Diciembre 2004.

Continuando con el año 2004 se observa en la figura 14 que el comportamiento de la demanda de potencia, presenta una analogía con respecto a la figura 13 dado que la potencia máxima demandada ocurre en el mismo tiempo (**8:00 pm**).

Potencia Máxima: La potencia máxima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **201.4 Kw** y ocurre generalmente a las **8:00 pm**.

Potencia Mínima: La potencia mínima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **175 Kw** y ocurre a las **1:00 pm**.

Potencia Promedio: La potencia promedio demandada en la empresa presente en el gráfico se obtuvo al sumar todas las potencias tomadas por horas y dividiéndolas entre las 24 muestras al día siendo según la gráfica de **186.6 Kw**. Para mayor detalle de las potencias por hora tomadas en este mes ver anexo B, tabla B.36.

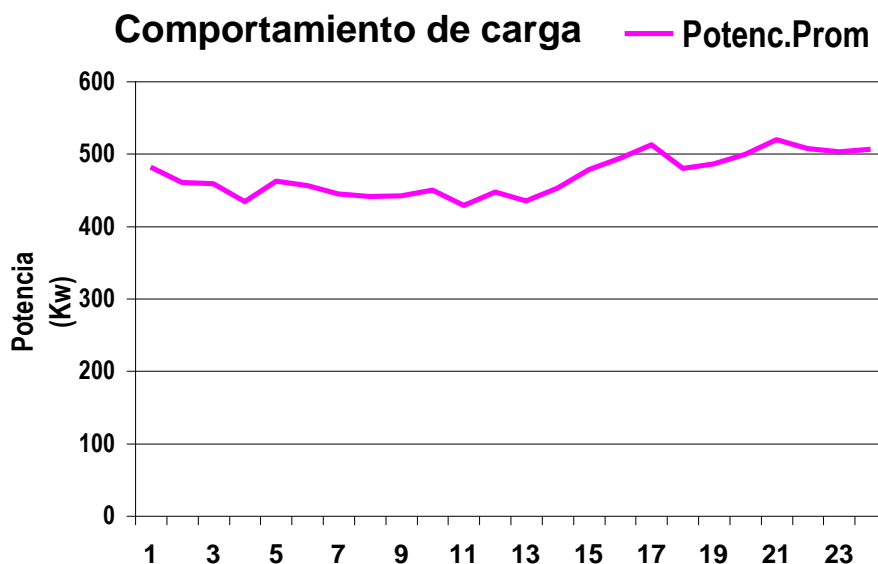


Fig15.Gráfica del comportamiento de la demanda promedio en el mes de Septiembre 2005.

Esta gráfica muestra el comportamiento actual que presenta la empresa dadas las últimas fechas en donde muestra el incremento de la demanda en potencia. Para finales del 2004 las demandas oscilaban en **207-201kw**, pero hacia esta fecha de Septiembre del 2005 se puede ver el aumento de demanda hasta el orden del **257.89%** con un valor de **519.4kw**. Como se puede observar las horas de mayor consumo para esta fecha también se encuentran en el intervalo de las **7:00-9:00Pm**.

Potencia Máxima: La potencia máxima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **519.4 Kw** y ocurre generalmente a las **9:00 pm**.

Potencia Mínima: La potencia mínima demandada en la empresa mostrada en el gráfico es de **428.7 Kw** y ocurre a las **11:00 am**.

Potencia Promedio: La potencia promedio demandada en la empresa presente en el gráfico se obtuvo al sumar todas las potencias tomadas por horas y dividiéndolas entre las 24 muestras al día siendo según la gráfica de **470.04 Kw**. Para mayor detalle de las potencias por hora tomadas en este mes ver anexo B, tabla B.36.

Para analizar como es que hemos llegado a tan alto valor observemos el comportamiento de la fig16. En la que muestra el comportamiento de la demanda para el 2005.

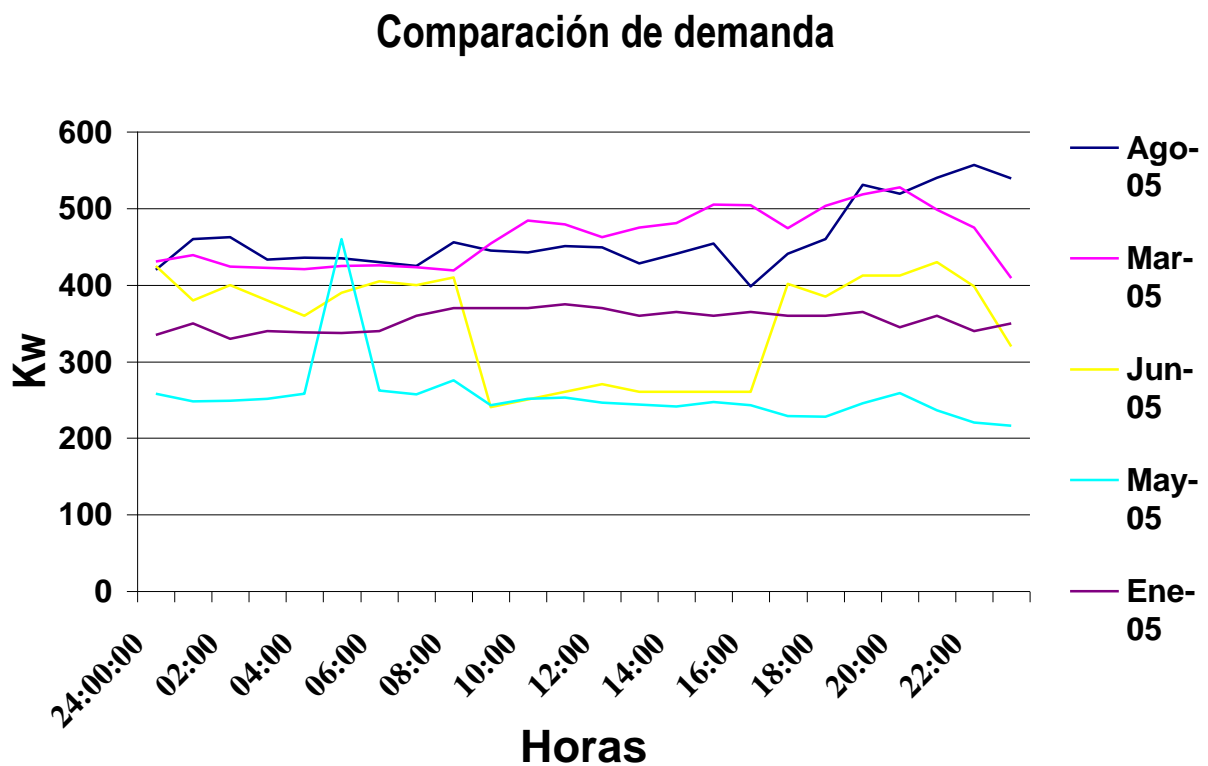


Fig16. Gráfico Comparativo de la demanda a través de un día en diferentes meses evaluados, (Agosto, Junio, Mayo, Marzo y Enero 2005).

Como se puede observar el comportamiento para distintos meses del año 2005 es variable, en el caso del mes de mayo presenta un descenso esto debido a la veda, la cual significaba una reducción de la demanda en potencia de los consumidores ya que en proceso no cuenta con producto. En esta figura se muestran dos incrementos (enero, Junio), sin embargo los meses de

mayor demanda ocurren en los meses de Septiembre y Agosto 2005 todo esto como efecto de la implementación de nuevos equipos, mayor cantidad de producto procesado así como una elevada demanda exterior no controlada. Se observa que generalmente la mayor demanda en potencia ocurre en las mismas horas de los meses anteriores (8:00-9:00pm).

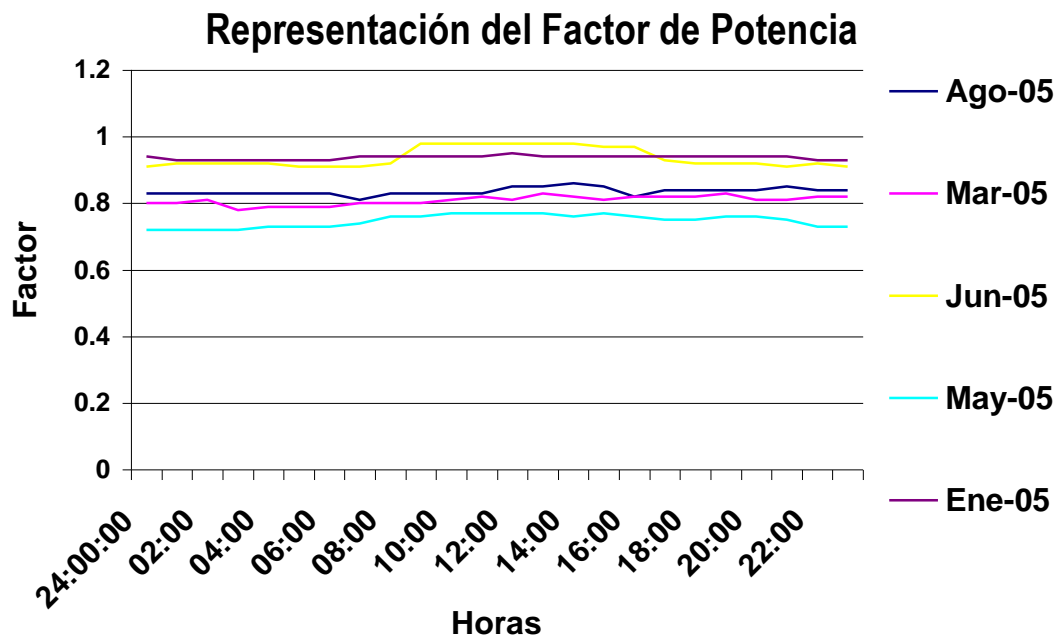


Fig17. Gráfica del valor del factor de potencia promedio para distintos meses

Esta figura presenta el comportamiento del factor de potencia dada la demanda de los meses expuesto en la fig16. Se puede observar la varianza del factor de potencia comparándola con la demanda de este mes. Del gráfico se concluye que a la mayor demanda (agosto) el factor de potencia tiende a disminuir y similar a el, sucede con la menor demanda (Mayo) en donde el factor de potencia tiende a disminuir su valor hasta un 75%. Para todos los demás meses este valor se encuentra entre el 97% y el 98%.

La empresa cuenta con un banco de compensación para regular el bajo factor de potencia.

En esta unidad se valoró el comportamiento en la demanda de potencia eléctrica presente en la empresa. Este análisis nos permite conocer el comportamiento a lo largo del

año en cuanto a la potencia demandada por los diferentes consumidores existentes en la empresa. A fin de proporcionar una mejor disponibilidad y aprovechamiento en la generación de energía de acuerdo a dicha potencia demandada es necesario determinar y evaluar los indicadores y parámetros de eficiencia propios en la empresa.

Capítulo IV. Determinación de Indicadores (Parámetros de Eficiencia).

4. Determinación de Indicadores (Parámetros de Eficiencia).

Los parámetros de eficiencia reflejan el comportamiento del uso de recursos de esta empresa, además indican el estado actual de la empresa, evaluando los puntos necesarios que están vinculados en la producción.

Los indicadores los tomaremos en base a los recursos necesarios para alcanzar la producción de esta empresa:

Principales.

- **Combustible (Diesel).**
- **Agua.**
- **Energía.**
- **Hielo.**

Secundarios.

- **Aceite (CAPELLA W68).**
- **Amoniaco.**
- **Refrigerantes (Freón 22 y 12).**

Los sistemas analizados que utilizan estos recursos son:

- **Generación Energía**
- **Refrigeración.**
- **Planta de proceso**

4.1 Generación Eléctrica

En esta área es donde se encuentra el corazón del sistema por tal razón es de vital importancia conocer como se encuentran operando en generación y consumo de los moto-generadores, además será necesario conocer el comportamiento del sistema de demanda a través de parámetros que nos muestren posibles descensos o incrementos de eficiencia y/o de consumos.

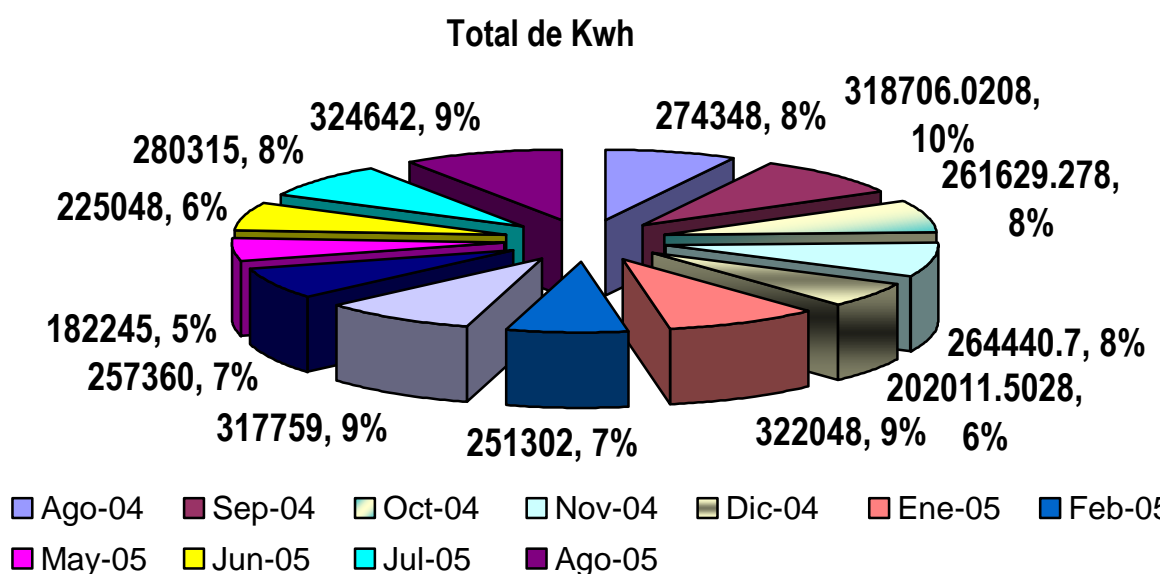


Fig18. Gráfica que representa un orden porcentual de consumo en Kwh. anual.

En la figura 18 se expresa la manera en que se ha logrado satisfacer la demanda del plantel y los demás consumidores en un año de generación (agosto2004 – agosto2005). Es evidente que en total el comportamiento de demanda casi ha sido el mismo, aunque es posible ver el descenso significativo del mes de mayo (veda) con 5% y luego una parte de abril con 6% lo que representa un 3% menos del promedio normal generado, con lo que podemos decir que aunque se dio el tiempo de veda no presenta demasiado cambio con respecto al total generado mensualmente.

En la siguiente figura detallamos la relación de Kwhr generado respecto a Galones consumidos de Diesel, de manera que se pueda hacer una primera relación de eficiencia en esta área dado los costos por combustibles que puede incurrir la empresa.

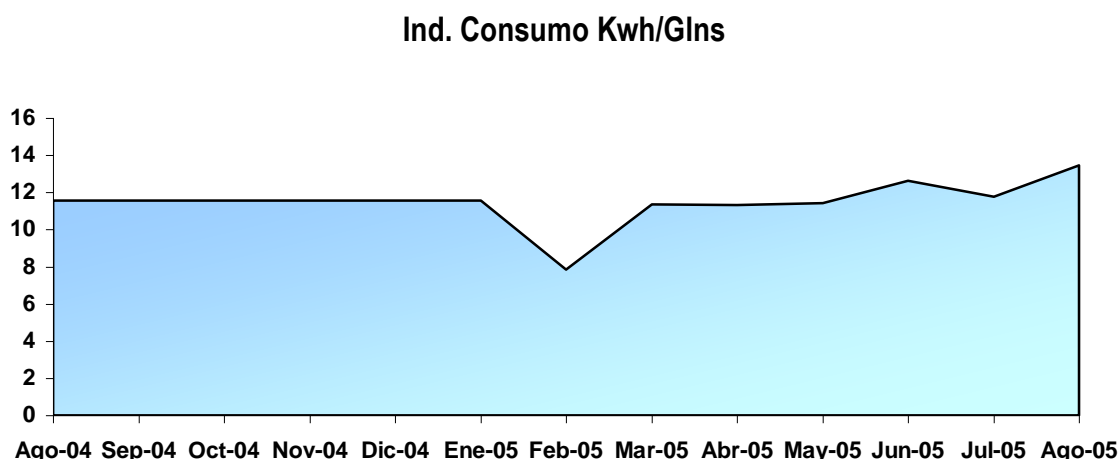


Fig19. Gráfica de Índice de Consumo en Central American Fisheries S.A.

En la figura19. es evidente ver un comportamiento uniforme en el consumo de combustible comparado con los kwh generados para todo lo evaluado en el mes de agosto 2004 hasta enero 2005 el comportamiento es constante, luego la curva cae para el mes de Febrero 2005 (**7.83kwh/Gal**) lo que implica que en ese mes el aprovechamiento de estas máquinas se vio afectado; si regresamos a la fig18 podemos observar que se da una reducción del consumo para este mes con respecto a Enero 2005, la misma reducción se debió haber dado con el combustible lo cual no se realizó en este punto. Por lo que es notorio que hubo grandes pérdidas de combustible por falla del equipo (Bomba inyectará o regulación de la combustión) o pérdidas de combustible por factor humano. Después la eficiencia asciende a su punto máxima en donde se muestra así a lo largo del resto de los meses del 2005. El equipo evaluado de Moto – Generadores opera en condiciones normales. Actualmente este factor de eficiencia promedio mensual es de **11.47 kwh/Gal** y anual de **11.35 kwh/Gal**. Este factor es resultado del siguiente cálculo:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Consumo Anual [Kwh]}}{\text{Consumo de Combustible Anual [Gal]}}$$

$$\text{Indicador} = \frac{3481855 \text{ Kwh}}{306733 \text{ Gal}}$$

$$\text{Indicador} = 11.35 \frac{\text{Kwh}}{\text{Gal}}$$

Para más detalle sobre el indicador ver anexo B, tabla B.23.

Es importante conocer los rangos de operación del equipo, todo esto a fin de dar un dictamen de fallas de equipo por un mantenimiento preventivo incorrecto o por fallas imprevistas en los equipos de generación. Además es de mucha importancia conocer las condiciones de generación que tenemos basados en el factor de carga.

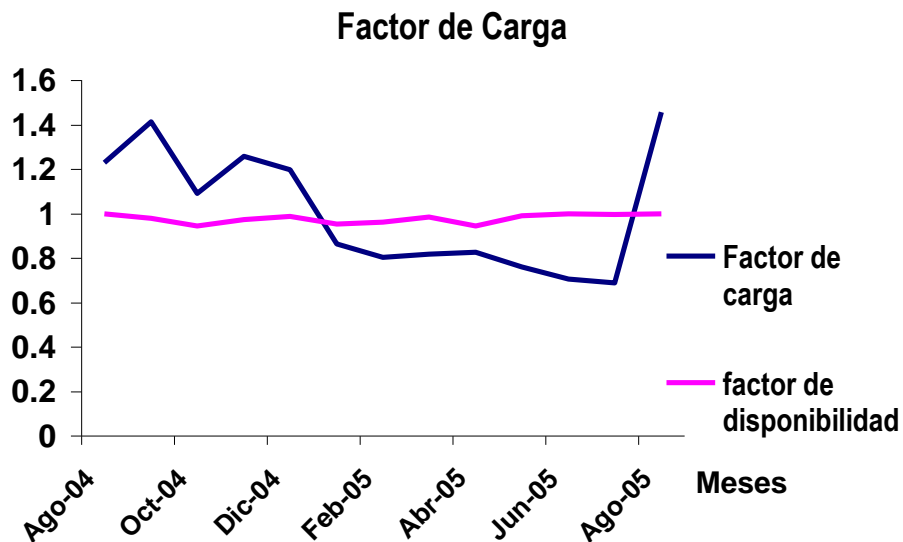


Fig20. Gráfica esta detallado la varianza a lo largo del año el factor de carga y a su vez se grafica el nivel de disponibilidad de los equipos.

Como se puede observar los equipos operan casi a un **100%** de su funcionalidad. El paro de estas máquinas ocurre por efecto de mantenimiento, actualmente este mantenimiento es eficiente. La gráfica anterior de factor de carga muestra puntos máximos y mínimos debido al incremento y disminución de la demanda. El descenso que la gráfica presenta a principios del año 2005 es debido al aumento de la capacidad instalada de la planta o por mayor tiempo de operación en dichos equipos. El tiempo de veda en esta gráfica no representa un cambio considerable aunque ciertos equipos recurrieron a menos horas de operación lo que significa que existen grandes consumidores fuera de la empresa.

4. 2 Planta Proceso

4. 2. 1. Utilización de agua en planta de proceso

El consumo de agua en el proceso de clasificado del Camarón y Langosta es de suma importancia, ya que tiende a sobre utilizarse éste recurso si no se cuentan con las normativas dirigidas al ahorro de dicho recurso dentro de las instalaciones en Central American Fisheries S.A.

La siguiente gráfica muestra el índice de consumo de agua por mes en las instalaciones de CAF en el área de Proceso.

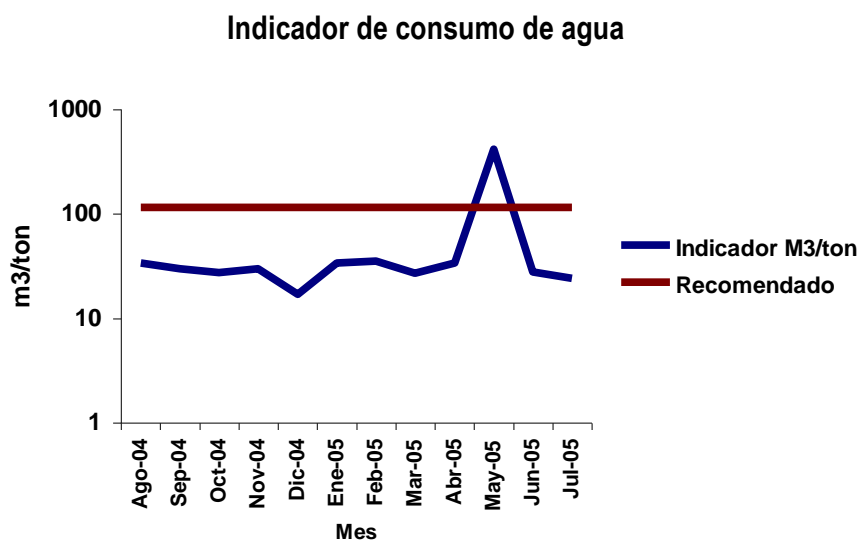


Fig21. Índice de utilización de agua en el plantel de proceso.

La gráfica nos muestra el comportamiento del índice de utilización de agua mensual en la planta de proceso, con un índice máximo de **419.22 m³ / ton** en el mes de mayo 2005 y un consumo mínimo de **17.06 m³ / ton** el mes de Diciembre 2004, la fig.21 muestra cambios significativos a lo largo de todo el año, si bien los cambios mas significativos se presentan en el 2005 (cambio a mayor) esto debido aun mayor consumo de agua.

El indicador en cuanto al consumo de agua en m³ por toneladas de productos en la industria camaronera corresponde a **116 m³/ton**¹ para producto empacado. El indicador real registrado para la empresa Central American Fisheries S.A. es de **61.65 m³/ ton** por lo que representa un uso eficiente en cuanto a la utilización de agua comparado con las normas recomendadas para este sector. Si bien representa un consumo menor en promedio al analizar este indicador en cada mes puede observarse el mes en donde esta cifra sobrepasa el límite recomendado, tal es el caso del mes de mayo 2005 con **419.22m³/ton**, casi cuatro veces mas de lo normal requerido para esta área, si bien este mes fue de veda lógicamente también la cantidad requerida de agua tendría que disminuir y no fue el caso lo que nos lleva a concluir que fue mal utilizado en este mes.

Calculo del indicador de la Empresa:

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Consumo promedio mensual de Agua [m}^3\text{]}}{\text{Producto Procesado [Ton]}}$$

$$\text{Indicador} = \frac{3430.84\text{m}^3}{117.41\text{ton}} = 61.65\text{m}^3/\text{ton}$$

Para conocer indicadores mensuales ver anexo B, tabla B.37.

¹ Fuente: "Cleaner Production Assessment in Fish Processing". United Nation Enviroment Programme

4. 2. 2 Consumo de Hielo.

El hielo es importante como lo es la energía en la empresa, ya que es uno los recursos al cual se encuentra dependiente plenamente las operaciones del proceso del producto, su utilización se justifica para mantener la temperatura de los productos en la espera y durante la clasificación.

El gráfico a continuación muestra la utilización del recurso Hielo en Proceso.

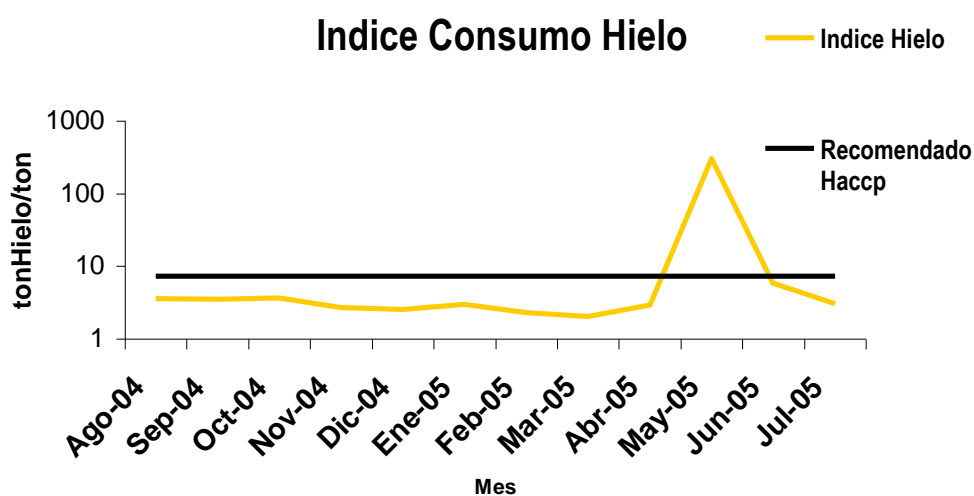


Fig22. Gráfica de eficiencia en la utilización del Hielo en el Plantel Proceso.

Se puede ver que la variación en consumo de hielo no es una constante en proceso, esto tiene que ver con la cantidad de producto que se procesa. La figura 22 presenta un aumento para mayo del 2005, lo que representa una pérdida por mal aprovechamiento del hielo ya que durante este tiempo no hay producto para ser procesado. Por tal razón se debe analizar con más detalle el aprovechamiento o buen manejo de este recurso (hielo). Si comparamos el indicador de uso que HACCP (**Sistema de Riesgos y Control de Puntos Críticos**) a recomendado para las operaciones de proceso el cual es de **7.3tonhielo/tonprod²** con el promedio real presente en la empresa el cual es de **28.2 tonhielo/tonprd.**

² Manual de Practicas para la manipulación y el procesamiento de productos pesqueros.

Como observación resaltamos que este promedio es superior al utilizado frecuentemente en la empresa esto debido al no aprovechamiento de este recurso en el mes de Mayo 2005 que fue de **301tonhielo/tonprod** no así los demás meses que en promedio su indicador es de **3.36 tonhielo/tonprod** describiendo un uso eficiente del hielo en el resto de los meses.

Calculo del Indicador.

$$\text{Indicador} = \frac{\text{Consumo de Hielo [Ton]}}{\text{Producto[Ton]}}$$

$$\text{Indicador} = \frac{395.05\text{ton}}{117.41\text{ton}} = 3.36$$

Ver detalle de indicadores en anexo B, tabla B.38.

4. 3 Refrigeración.

Es de suma importancia conocer a manera general cual es el coeficiente de operación de las maquinas de frío lo que nos permitirá evaluar el calor térmico generado por el compresor con respecto al aprovechamiento que se da en el evaporador, este coeficiente de operación del sistema permitirá ver soluciones para el aprovechamiento de los equipos para la generación de frío.

Los cálculos realizados en nuestros estudios para los equipos de generación de frío son los siguientes:

Tabla1. Coeficiente de Operación

Equipos	Ubicación	COP
Planta de Hielo del Muelle	Muelle	6.7
Planta de Hielo 1.	Proceso	6.0
Sistema doble etapa	Sala de Compresores	27.6

Para ver detalle del calculo ver: anexo A, A.3, A.7; anexo C, C.1, C.3, C.4, C.5.

Esta unidad expresa la manera en que la empresa está utilizando sus recursos a fin de diagnosticar y proyectar posibles problemáticas que dificulten el manejo eficiente de los mismos. Tales diagnósticos se lograron evaluar al establecer una comparación de indicadores propios de la empresa con los recomendados para cada consumidor.

Capítulo V. Análisis y Diagnóstico Técnico del Consumo y Manejo de los Recursos Energéticos en CAF.

5. Análisis y Diagnostico Técnico del Consumo y Manejo de los Recursos Energéticos en CAF.

En esta unidad detallamos las problemáticas que hemos encontrado en cuanto al mal manejo de energía, agua y hielo en los consumidores presentes en Central American Fisheries S.A., con el fin de conocer y analizar las fuentes de dichos problemas, haciendo énfasis en los costos generados. A continuación presentamos los detalles encontrados en cada una de las áreas:

5. 1 Generación de Energía:

- En forma general el área de generación de energía su principal es el consumo de energía por iluminación ya que se emplean focos de 250 w, durante las 24 h/día, esto se debe a que el circuito no cuenta con un switch de apagado, así también el hecho de que no cuentan con sistemas fotocelda.
- Existen caídas de voltajes a los consumidores que fueron medidas a la entrada de algunos equipos.



Como se ve en el detalle 1 de la imagen, la iluminación en el área de generación de energía permanece encendida 24 hrs lo que representa un consumo innecesario.

5.1.1. Caídas de voltaje.

En la siguiente tabla presentamos en detalle las mediciones de voltajes realizadas en el plantel CAF.

Tabla2. Tensión

Unidad	L1L2	L1L3	L2L3	Caída	Porcentaje
Planta de hielo 1.	425	418	426	41	8.9%
Planta del Muelle	485	489	483	5.94	1.2%
Sala de Compresores	460	460	462	14.05	3%
Bombas de Pila	485	481	486	4.61	9.51%

L1L3, L2L3, L1L2 es la tensión en voltios existentes entre las fases indicadas. Estas medidas reflejan un porcentaje de pérdida de voltaje en las líneas de distribución, en algunos casos excede la norma estándar para instalaciones eléctricas la cual indica que no debe ser mayor del 3%. Valores superiores a este porcentaje se considera perjudicial para motores eléctricos. El voltaje que se toma general desde la fuente de generación es el presentado a la salida del banco de compensación en las horas que fue tomado estos voltajes.

Es evidente señalar que debido al desbalance de carga entre líneas existen pérdidas eléctricas y recalentamiento del circuito. A continuación detallamos el lugar en donde se encontró este problema:

Tabla3. Tensión y Corriente.

Unidades	A1	A2	A3	L1L2	L1L3	L2L3
Edificio de Proceso	102.6	78.5	41.9	202	203	202

Esta carga de proceso esta compuesta por todo el edificio de proceso incluyendo iluminación.

5. 2. Refrigeración

- Lámparas normalmente encendidas en 24 hrs de operación, así como uso de algunas en lugares en donde no se requieren.
- Mal aislamiento en las tuberías.
- Mal ordenamiento en la distribución de productos en los cuartos y túneles, además de un sobreexceso de producto en los mismos.
- Se desconoce la eficiencia del sistema.
- Presencia de fugas en el sistema debido al deterioro de la tubería.
- Infiltración de aires a los túneles de congelación y cuartos de almacenamiento.
- Uso excesivo de aceite en los compresores.

5.2.1. Mal aislamiento.

En la foto que se muestra a continuación con detalle (1,2), son parte de una serie de tramos de tuberías que se encuentran sin aislar o en mal aisladas. Lo que provoca que baje el rendimiento del sistema de refrigeración y consecuentemente un consumo de energía no aprovechado.



En algunas empresas estas pérdidas pasan desapercibidas dado que no representa un valor que se pueda medir con aparato alguno pero si es un valor constante en el consumo en cuanto a operación de equipos. Para **C.A.F** las perdidas por no aislar las tuberías en el sistema de refrigeración representan a su totalidad la cantidad **37204.92 Btu/hr** lo que representa un consumo

de energía de **128921.65kwhr/año** con un costo de **24585 dólares** anuales. Para la mejor comprensión de estos valores ver anexo A, A.6 Cálculo de Pérdidas de calor por tubería.

5.2.2. Eficiencia energética.

A fin de conocer el parámetro de eficiencia o rendimiento energético en el sistema de refrigeración dentro la empresa que indica la capacidad térmica aprovechada en los almacenes y túneles de congelamiento respecto al consumo de energía eléctrica para la generación de frío, hemos realizados una serie de cálculos los cuales nos reflejaron que el sistema opera con un rendimiento de eficiencia energética de **105.33 Btu/hr / Kwhr**, es decir, **0.52 (kw térmicos/ kw eléctricos)** de eficiencia en general. En anexo A, A.8. Capacidad real de evaporadores, se presentan con mas detalles los cálculos realizados.

5.2.3. Distribución inadecuada de producto.

Esta foto representa la mala distribución que se da en almacenamiento de los productos, esta mala distribución provoca un retardo en todo el tiempo que se necesita para congelar el producto, esto provoca un mayor consumo de energía.



1

5.2.4. Infiltración de calor en cámaras frigoríficas.

Además de una mala distribución del producto se pudo observar las pérdidas de frío por calor de infiltración; las cuales son considerables dado que las puertas de los túneles no están completamente herméticas. Además al momento de colocar el producto dentro de los túneles, no se hace de una sola vez lo que con lleva abrir muchas veces la puerta durante el tiempo en que el equipo esta operando, dado esta situación existe un incremento en la demanda de energía por parte del compresor para enfriar la carga infiltrada.

5.2.5. Fugas.

En todo sistema de refrigeración es eficiente el hecho de que no existan pérdidas por fugas de refrigerante. Pérdidas que implican un costo adicional sobre producción. Actualmente este problema se presenta en la sala de compresores así como en la plantas de hielo, indicando un consumo anual de Refrigerante Amoniaco de **4000 lbs** con un costo de **2069.8 dólares**, de igual forma para freón 22 anualmente se consumió **1980 lbs** con un costo de **3200 dólares**. En la práctica no existe ningún sistema perfectamente hermético aunque en ningún momento se debe permitir la presencia de fugas dado que este hecho ocasiona disminución en la eficiencia del sistema, además de daños en el equipo de frío por la llegada de humedad en zonas de baja presión y sobre todo al ambiente. Ver anexo B, tabla B.17, B.18, B.19.

Fugas encontradas:

Sala de compresores.

- Válvula de enfriamiento del compresor n°2.
- Válvula de recibidor de líquido.

Planta de hielo.

- Válvula de pase a enfriador intermedio.
- Sello del tambor de la planta de hielo 1.
- Visor de líquido en el recibidor, planta de hielo del muelle.

5.2.6. Aceites

Los aceites se utilizan en los compresores de refrigeración para lubricar las superficies que están en contacto y friccionan entre si. El aceite forma una delgada película entre las superficies, la cual sirve para disminuir la resistencia a la fricción entre las piezas en movimiento.

La empresa cuenta con compresores SABROE tipo SMC 100 Y TSMC100 los cuales necesitan que el volumen de aceite en el carter debe ser de **26- 28 lts** según el fabricante de estos compresores, este volumen debe permanecer siempre.

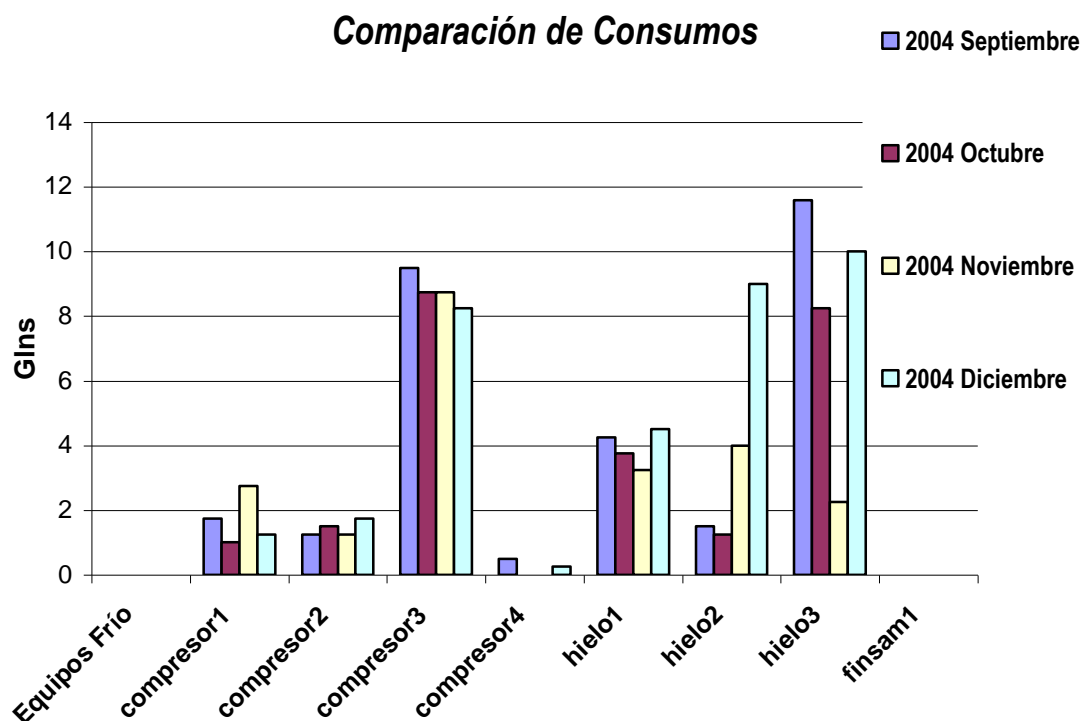


Fig. 24: Gráfico de Consumo de aceite Mensual para unidades de Compresión, aceite utilizado CAPELLA W68.

En este gráfico se muestra el consumo de aceite para el año 2004 en donde no existe una proporción alguna en cuanto al consumo total de aceite por equipo destacando el hecho de que los equipo operan permanentemente durante todo el año, siendo los que demandan mayor cantidad de aceite: el compresor 3 y la plante de hielo 3 correspondiente en promedio a **8.81 y 8.02 lts** mensual.

En la figura 24 se evalúa el consumo de aceite para los meses del año 2004 en la cual se puede ver un consumo no proporcional a lo largo de todos los meses. Si bien las plantas de hielo representan el mayor consumidor de este año se debe a que ellas utilizan Freón 22 el cual por característica propia arrastra aceite esto hace que continuamente se purge los tambores evaporadores.

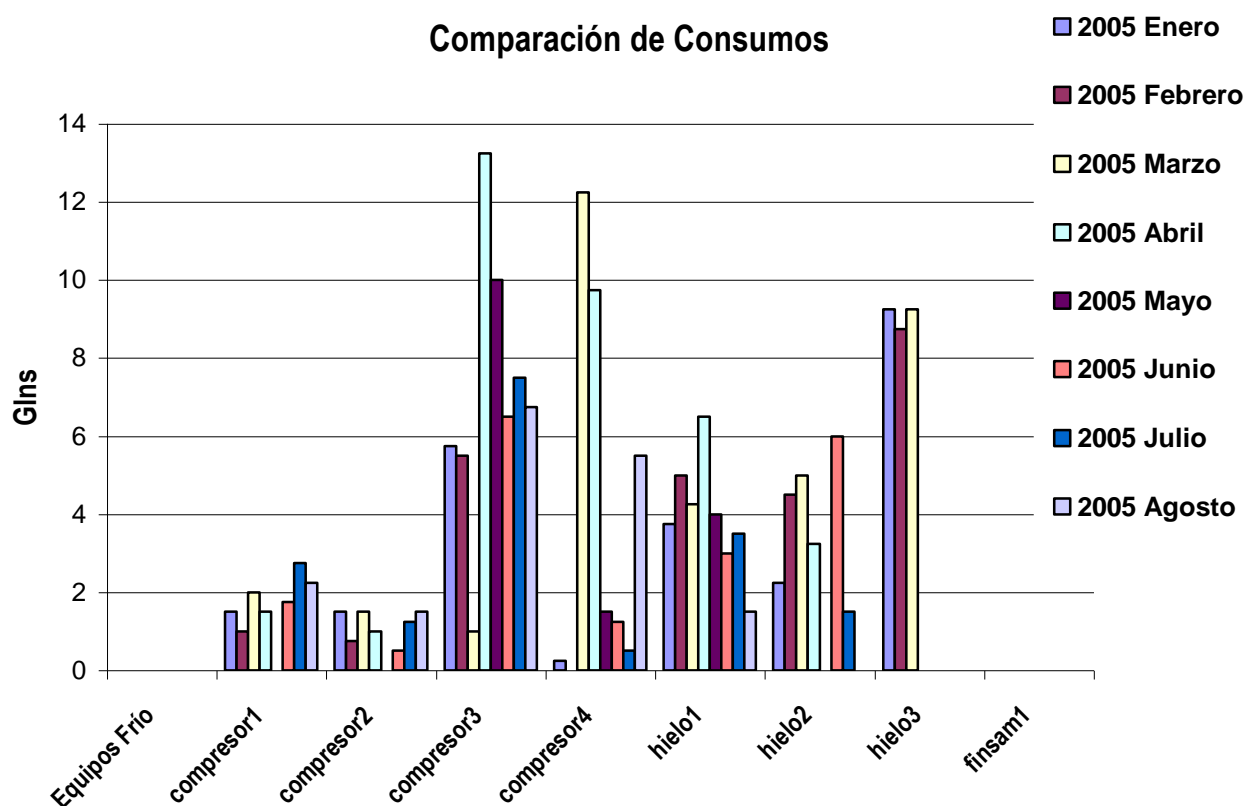


Fig. 25: Gráfico de Consumo de aceite Mensual para unidades de Compresión, aceite utilizado CAPELLA W68.

Las horas de operación anuales de los Compresores del sistema de generación de frío son: Compresor 1 (**5580hr**), Compresor 2(**6000**), Compresor 3(**6858**), Compresor 4(**3001**) mientras que la de las plantas de hielo se encuentran en: Planta hielo 1 (**7219**), Planta de hielo 2(**6038**), Planta de hielo 3(**4101**), Planta de hielo compresor de tornillo (**485**). Ver anexo B, B.14.

En la fig.25. Se muestra como la demanda de aceite descendió en su promedio normal del q presentado en el 2004, descendiendo sus dos principales consumidores Compresor 3 y Planta de hielo 3 con valores de **6.75** y **0 Lts** (ver anexo B, tabla B.15. Consumo de aceite), esto por efecto de utilizar un compresor recientemente instalado y una planta de hielo que un tiempo no estuvo funcionando por la unificación de las plantas del muelle para producir hielo bajo un mismo compresor (de tornillo).

Creemos que estas cantidades pueden disminuir en gran medida si se lograra resolver el problema de los reguladores de nivel de líquido, ya que por defecto de su alto grado de sensibilidad, es necesario hacer constantes (semenalmentemente) purgas a los separadores, sumado a esto la recarga excesiva que el operador le da al equipo luego de su arranque no valorando el tiempo de retorno del aceite una vez que se estabiliza el compresor.

5.3 Proceso

- Mala utilización del hielo.
- Excesivo consumo de agua.
- Las lámparas de proceso pasan las 24 hrs encendidas, además presentan luminarias que en algunos lugares no es tan preciso su utilización.
- Baja presión en algunas áreas.
- No aprovechamiento de los desperdicios del camarón.

5.3.1. Consumo de Hielo

Se puede ver en la foto que existe desproporción al momento de aplicar el hielo en cada uno de los termos y mesas, además no hay distribución uniforme del hielo en las mesas por lo cual hace mayor su demanda.



1

Si bien como mencionamos párrafos atrás en la empresa emplean una cantidad de hielo diariamente correspondiente a la proporción recomendada por **HACCP** la cual corresponde en total del plantel a **1:7.3 (toneladas de producto contra 7.3 de hielo)** sin embargo nosotros hemos evaluado la cantidad necesaria de hielo requerido en el plantel bajo las condiciones tomadas (registro de temperaturas en cada área de proceso, tomando como temperaturas de salida de cada una de las áreas la recomendadas por **HACCP** y las monitoreadas) obteniendo un valor calculado de **1: 1.58** bajo la condición de que se aproveche todo el calor latente del hielo mediante una distribución homogénea entre el hielo y el producto. Ver el cálculo de cantidad de hielo necesaria anexo A, A1, A.2. **Consumo de hielo Proceso.**

5.3.2 Iluminación de proceso.

En la foto siguiente se puede observar la manera como es utilizada la iluminación artificial en la empresa.



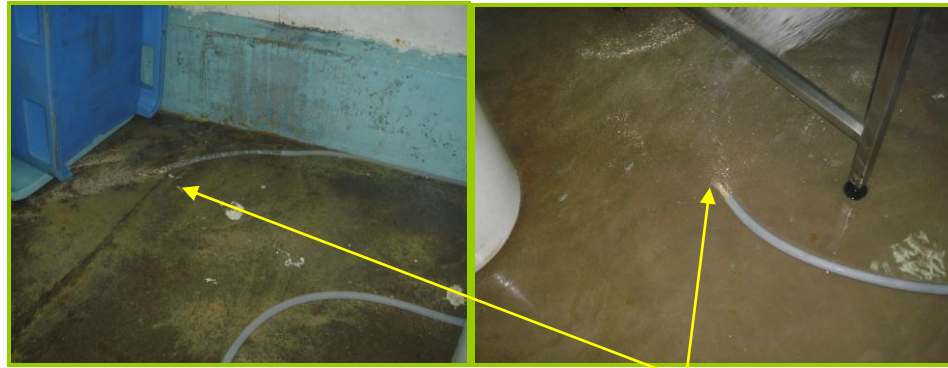
1

Como se observa en el detalle 1 de la foto las lámparas permanecen encendidas aun en tiempos no laborales, lo que indica un sobre uso de la energía artificial. Este mal aprovechamiento de la energía repercute directamente en los costos de operación de la planta. Realizamos una serie de comparación y toma de luxes por área para ver si la distribución y la cantidad de lámparas es la óptima.

Es importante mencionar que dentro del levantamiento de datos de visita a la planta no encontramos apagadores del circuito de iluminación de proceso, lo que no justifica el hecho de permanecer encendida las 24 hrs. Es cierto que la vida útil tiende a disminuir por el número de apagados sin embargo se debe tomar en cuenta los costos por consumo de energía eléctrica que estas representan y comparar si es satisfactorio mantenerlas permanentemente encendidas.

5.3.3. Manejo del agua en proceso

En la foto que se muestra a continuación se ve claramente como se da el desperdicio de agua en proceso, este es uno de los factores que influyen en el problema de falta de presión de agua en el edificio.



1

Este recurso es necesario para llevar acabo las operaciones en el procesamiento del producto así como en las labores de limpieza. Dada la importancia de este recurso así mismo debe ser el manejo concientizado. Durante el recorrido dentro del plantel de proceso nos encontramos con mangueras en las cuales salía un flujo permanente de agua sin estar siendo utilizado (detalle1).

5.4 Sistema de Bombeo

- La bomba de agua salada del muelle opera las 24 hrs.
- La bomba del pozo n°4 la mayor parte del tiempo esta conectada a la planta de hielo, la cual no requiere el total de caudal de la bomba por lo que es retornado una parte del flujo hacia el pozo.
- Baja eficiencia de los motores debido al rebobinado (al menos han sido devanados una vez).
- Las bombas carecen de manómetros en la línea de succión y descarga.
- La bomba n°4 no tiene un sistema automático de desconexión.
- No se cuenta con un diagrama hídrico que permita valorar la selección de las Bombas.
- Falta de monitoreo hacia consumidores externos.

5.4.1. Distribución de agua

En el la empresa Central American Fisheries, se toman registros a través de 6 medidores ubicados según el gráfico en los siguientes lugares: Planta de Hielo y muelle, Condensador evaporativo y muelle, Condensador evaportavio y sala de pelado, despacho de barcos, Planta de Hielo 1. Todo esto con el fin de tener un mejor control del bombeo de agua dulce.

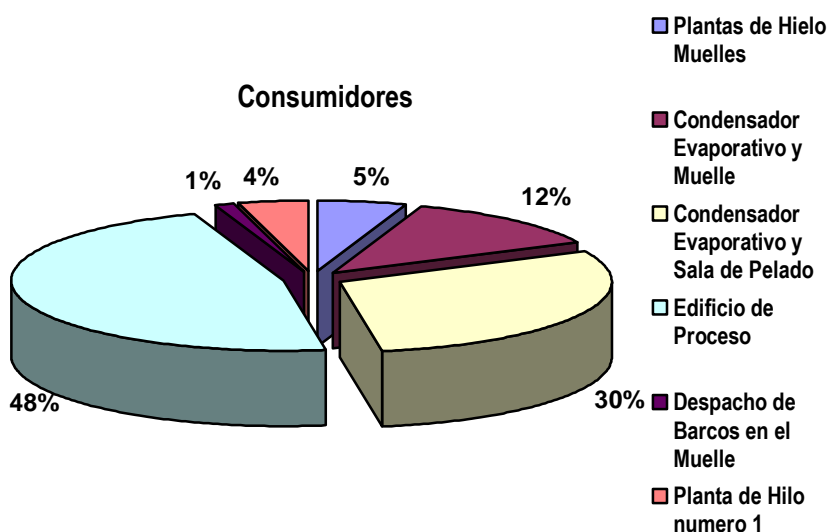


Fig. 26: Gráfico de la distribución de consumidores de agua dulce.

En la figura 26 se puede apreciar la manera en que se distribuyen los consumidores de agua, aunque esta grafica solo detalla los consumidores dentro de la empresa. No detallando así si existen otros consumidores fuera de la empresa. De esta figura se puede observar que dentro de la empresa su mayor consumidor lo representa proceso con un 48%, agua demanda para las operaciones de limpieza y clasificado.

De la gráfica anterior se puede ver el comportamiento dentro de la empresa pero para propósito de análisis se necesitan determinar las cantidades consumidas en general de manera que puedan ser comparadas con el total Bombeado de los pozos a la planta (ver anexos B, B.21. Utilización de agua), pozos en los cuales todas las bombas de agua tienen su medidor.

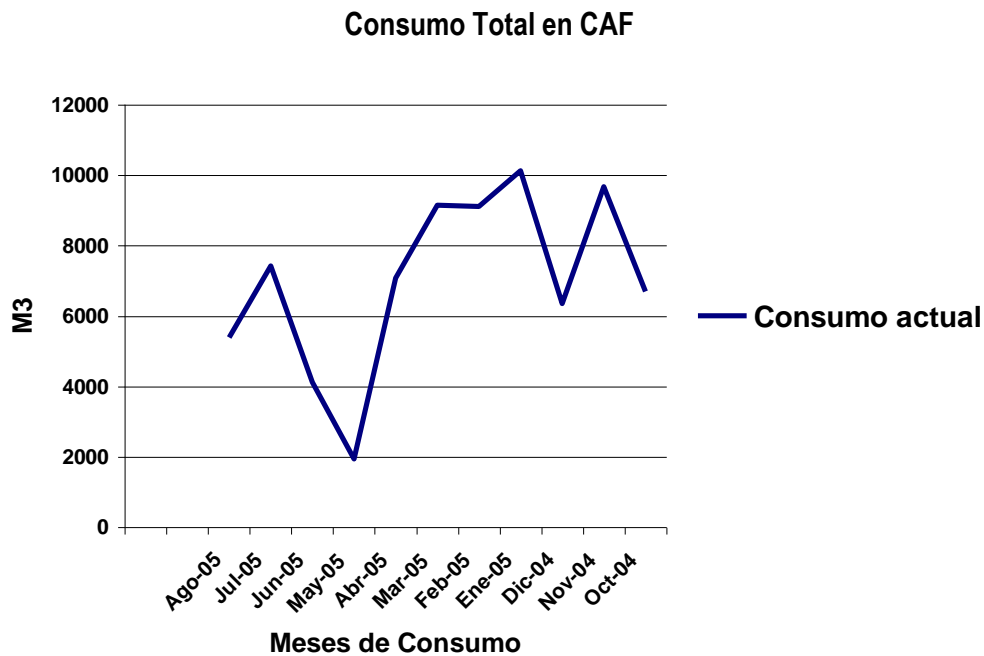


Fig. 27: Consumo Total medible en Central American Fisheries.

Los datos graficados presenta una variación total del consumo para el mes de abril 2005, esto como efecto de la veda, el comportamiento de toda la gráfica es variable, ya que todo está sujeto a la cantidad de producto a procesar. Como vimos anteriormente Proceso es su mayor consumidor. Hay que resaltar que esta figura muestrea todos los puntos dentro del Plantel CAF. Siendo el consumo máximo de ese año de **10123.88 m³** para el mes de enero 2005 y un consumo menor de **1941.31 m³** en el mes de mayo lo que nos indica que la demanda de agua disminuye acercándonos al mes de veda hasta hacerse relativamente menor una ves aplicada la veda. El consumo anual evaluado según estos meses haciende a la cantidad de **137246.1 m³** de agua. Ver (ver anexos B, B.21. Utilización de agua).

5.4.2. Pérdidas de agua

Siempre es de suma importancia para cualquier estudio conocer como se comporta el recurso desde que se genera hasta que se aprovecha, si seguimos las figuras anteriores hemos observado la manera en que se abastece a todos los consumidores y como se genera; en la relación de las gráficas anteriores resalta un dato importante que es las pérdidas que se generan.

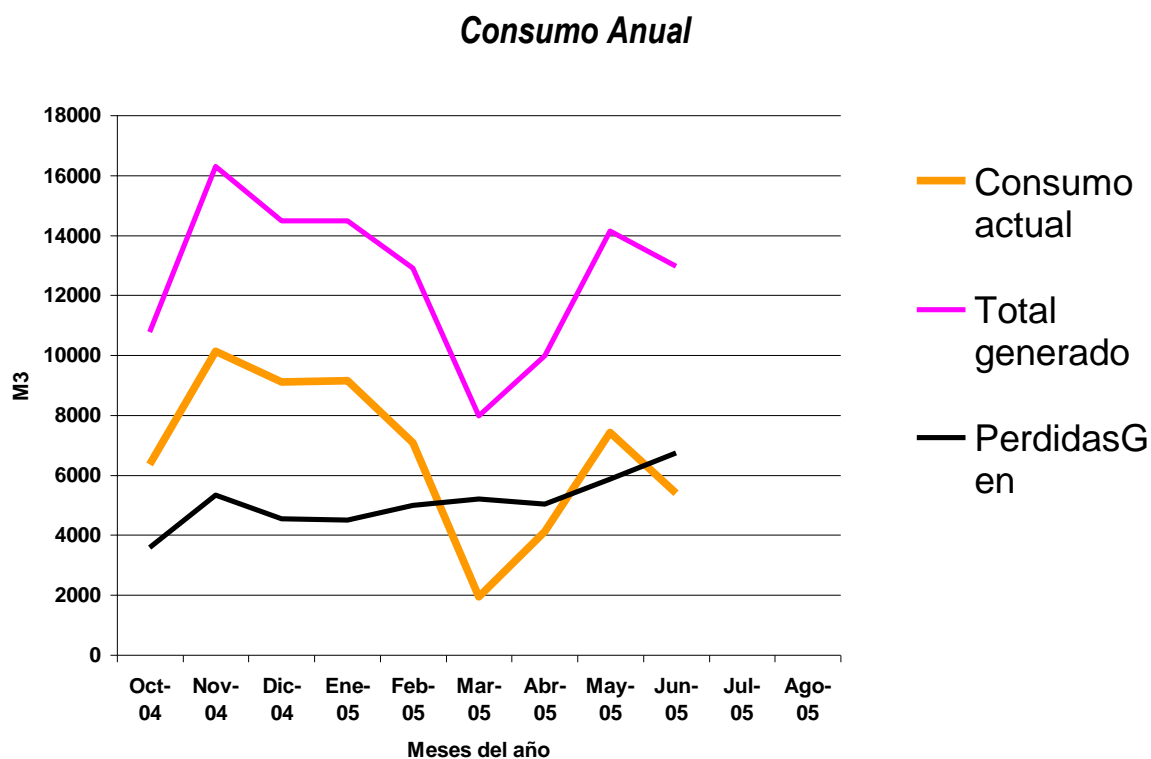


Fig. 28: Gráfico Comparativo entre Demanda, Bombeo y pérdidas de agua.

En esta fig.28 están representados los datos de demanda y generados mensualmente, esto nos hace ver que tan eficiente es el sistema en cuanto al aprovechamiento del recurso. En el vemos que las pérdidas tienen un carácter ascendente mostrando una problemática, ya que el agua tiene un costo generado por bombeo.

Costos de Pérdidas Mensuales de Bombeo (\$)

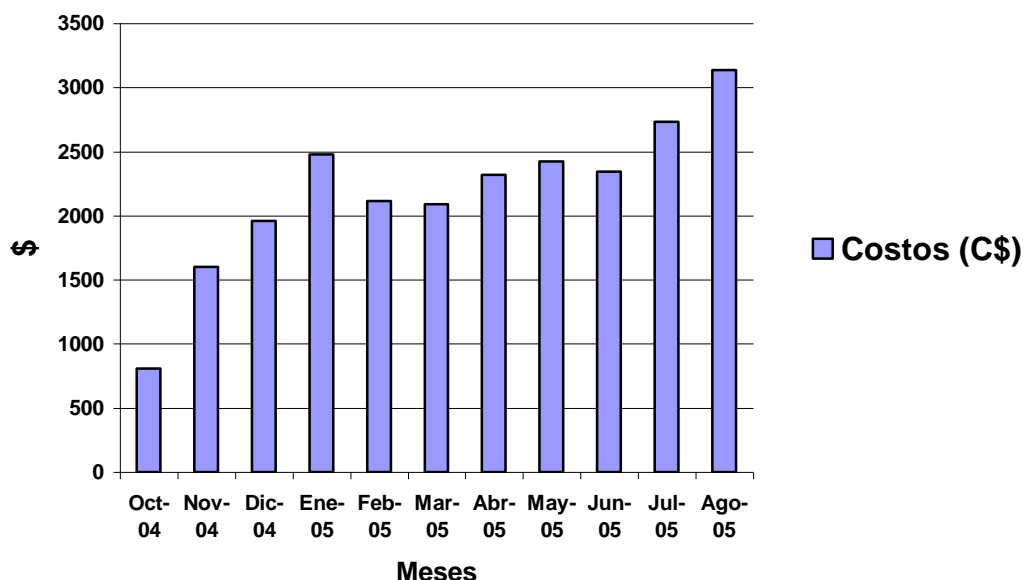


Fig. 29: Costo totales de pérdidas de agua en CAF.

Como se observa en la fig. 29 las pérdidas son una constante en crecimiento y están presente mensualmente con valor promedio de **2500 dólares** aproximadamente (Ver anexo B, tabla B.13. Precio de insumos en córdobas). Anualmente este costo de pérdidas asciende al valor de **23713.03 dólares**. Es necesario señalar que estas son pérdidas aparentes ya que se dan por los siguientes factores: mal manejo de la red de distribución de bombeo, no monitoreo de consumidores, posibilidad de que existan fugas y usuarios ilegalmente conectados a las redes generales. Ver anexo B, tabla B.21.

5.4.3 Estado Técnico de las bombas.

Actualmente el estado técnico en algunos de los motores de las bombas destinadas al Bombeo de agua presenta un mínimo de una veces que han sido devanados, por lo que poseen una baja eficiencia. A continuación se detallan las bombas devanadas:

- Bomba de Pozo número 1.
- Bomba de Pozo número 2.
- Bomba número 2 de la Pila.

Es importante mencionar que se pretendió calcular la altura útil en las Bombas, sin embargo actualmente el sistema no cuenta con manómetros ni con un diagrama de red hídrica que nos permitan evaluar tales parámetros. Sin embargo se debe valorar los tiempos necesarios de operación de las Bombas con el fin de utilizarlas de forma eficiente.

5.4.4 Consumo de agua en Viviendas.

A fin de evaluar el consumo de agua en viviendas se estimaron consumos promedios por casa, tomando en cuenta los consumidores presentados en anexo A, A.5. Consumo de agua generalizado promedio viviendas. Actualmente el consumo promedio en viviendas es de **836.55 m³/mes** y anualmente de **10038.6 m³/año**. Si comparamos los datos con las pérdidas generadas anualmente podemos concluir que este consumo representa el **19.6%** del consumo no monitoreado por tanto las pérdidas reales son de **40944.428 m³/año** con un costo anual de **19043.92 dólares**.

5. 5. Planta de hielo

- Pérdidas de hielo por falta de aislamiento en bodega de hielo.
- Pérdidas de hielo por no adecuada tolva de caída.
- Pérdidas de hielo por no acondicionamiento de bodega de hielo.
- Contaminación del hielo con grasa.
- No se conoce el COP de la planta de hielo.

5.5.1. Pérdidas de hielo

Es importante conocer los registros de producción de manera que se pueda hacer una relación de la disponibilidad del hielo en comparación con las demandas existentes del plantel.

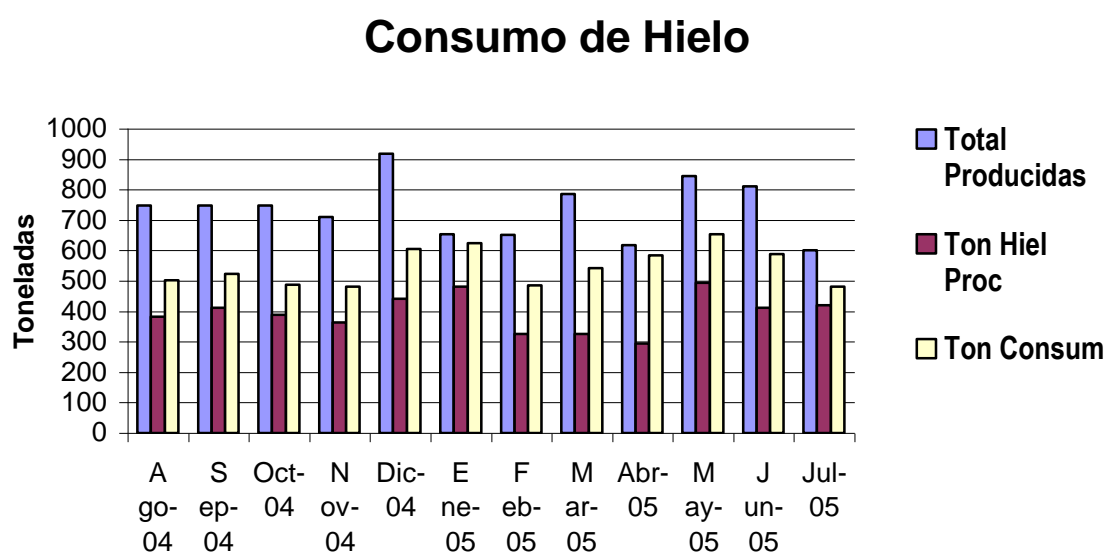


Fig. 30: Comparación entre la producción de hielo, toneladas totales demandas y las toneladas utilizadas en el plantel de proceso.

En esta gráfica hemos pretendido comparar de manera específica como se está utilizando este recurso en la empresa. Las gráficas trazadas (Toneladas de hielo producidas, Toneladas de

hielos demanda por proceso y toneladas de consumo en general) muestran como se esta utilizando el hielo en la empresa; es notable ver que existen pérdidas en todos los meses dado que el total producido en promedio durante el año es de **748.60 ton** siendo mayor al total consumido que es de **570.63 ton**, con cifra de pérdida es de **177.97 ton** mensuales. Las pérdidas anuales son de **2277.56 ton** con un costo anual de **136653.708 dólares** (ver anexo B, tabla B.13. **Precio de insumos en córdobas**) y un **25.2%** de la producción total (ver anexo B, tabla B.38). Estas pérdidas representan toneladas de hielo no controladas. Es de suponer que si fuesen excedentes de producción se vería una disminución en las horas de operación de las plantas, lo que nos lleva a concluir que parte de ellas se pierden por no aislamientos de las bodegas principalmente, otro factor puede ser la mala utilización de este recurso dentro del proceso, así como pequeñas pérdidas por mal ajuste de las tolvas alrededor de los tambores y en pequeñas proporciones por contaminación de grasa.

5.5.2. Pérdidas de hielo por ganancia de calor a través de paredes e infiltración.

En la foto a continuación se muestra la bodega de almacenamiento de la planta de hielo 1. En donde muestran algunos problemas encontrados en ellas.



1. La parte inferior del cuarto de hilo de la planta 1 es de madera y cubierto con una lámina de Zinc completamente mal aislada, razón por la cual hace que las ganancias de calor al hielo sean grandes.

2. la superficie externa del colocho transportador esta totalmente expuesta a la temperatura del medio ambiente.

En las visitas realizadas a la planta de hielo del muelle se pudo determinar que existe una ganancia de calor por infiltración, dado que los operadores de hielo por desconocimientos al momento que realizan las cargas dejan las cortinas totalmente abiertas. En la bodega se pudo constatar que no existen medios de iluminación, los operadores aducen que este hecho es una de las razones por la cual dejan abierto el cuarto del hielo al momento de la carga. Cabe señalar que este cuarto no esta condicionado para aminorar las ganancias de calor a través de paredes e infiltración.

En el detalle 1 de las imágenes siguiente se puede observar los problemas antes mencionados.



1

En la planta de hielo 1. Se realizaron mediciones de fusión del hielo por ganancias de calor obteniendo un dato de **1.63 toneladas** al día lo que representa perdidas anuales **594.95 toneladas** con un costo de **35697 dólares**. Las pérdidas calculadas en la planta del muelle se dividen en dos formas: por caída de hielo fuera del área de entrada a bodega de hielo y por ganancia de calor. Las perdidas obtenidas fueron en total de **1076.87 toneladas** anuales con un costo de **64612.227 dólares**. Ver anexo A, A.4. Calculo de la necesidad de aislamiento en bodega de planta de hielo.

5.6 Bodega

- Alto consumo de energía por iluminación (24 hrs al día).

5.7 Oficinas y talleres

- Sobre uso excesivo de energía para iluminación.
- Equipos de oficinas encendido por lo general durante las 24 hrs.
- Aires acondicionados encendidos en 24 hrs al día

3



Actualmente en el área del taller de Mecánica la iluminación se utiliza 24 horas al día, la que no esta siendo utilizada correctamente. En la imagen anterior detalle 3, se puede ver claramente que la cantidad de luz natural no es aprovechada, estas lámparas consideramos que su uso es de mucha importancia cuando se realicen trabajos por las noches pero por el día consideramos que su factor de aprovechamiento debería de ser mínimo.

5. 8 Viviendas

- Altos consumos de energía debido al uso de cocinas eléctricas.
- Acondicionadores de aire generalmente operando las 24 hrs del día, y en condiciones de operación extrema (evaporador parcial y totalmente sucio) en algunas viviendas.
- Uso de lámparas en algunos lugares en donde no se requieren. Además de sobre utilización de estas en 24 hrs.

En este capítulo se hizo referencia a las diferentes problemáticas encontradas en la empresa, problemáticas que permitirán proponer y evaluar mejoras que conlleven al ahorro y aprovechamiento de los recursos.

Capítulo VI. Plan de Mejora de los recursos energéticos en CAF

6. Plan de Mejora en Central American Fisheries S.A.

6. 1 Sistema Hídrico.

6. 1 .1 Disminuir horas de operación de la bomba de agua salada del muelle e instalación de bomba salinadora para plantas de hielo.

La bomba de agua salada del muelle se utiliza para llenar la pila de enfriamiento del motor volvo (actualmente pila de abastecimiento de agua salada de proceso), además se utiliza para el abastecimiento a la planta de hielo operando 24 hrs. En la producción de hielo se requiere de este tipo de agua para proporcionar un mejor descarche del hielo sobre el tambor (evita que se pegue el eje de rozamiento).

El desaprovechamiento de este recurso es claro ya que la demanda de planta hielo es pequeña comparada a la total necesaria con la demanda del plantel proceso en iguales tiempos de operación, siendo el uso de esta bomba de gran potencia innecesario en los tiempos en que proceso no trabaja.

Bomba de agua salada.

Potencia actual: **7.5 Hp.**

Costo de Operación actual: **9333.3 \$/año.** Ver anexo B, tabla B.14.

La medida a tomar es reducir el tiempo de operación de esta bomba a **16.5 hrs**, Este valor fue considerado de acuerdo a las horas de operación de la demanda de agua salada en proceso (16hrs), así como el llenado de la pila, con tiempo anticipado a la demanda (29.5 minutos), de 4 m³ con el caudal real de la bomba 100 GPM (22.71m³/hr real provisto por la bomba), es decir, cantidad horas necesarias como valor medio de las horas en que se necesita agua salada en proceso sumado el tiempo en que tardan en llenar la pila de enfriamiento. El costo anual de la aplicación de esta nueva medida se refleja en la siguiente ecuación.

$$Ahorro \text{ anual} = \frac{5.59kw \cdot 16.5hr \cdot 365 \cdot 3.28 \text{ córdobas} / kwhr}{17.22 \text{ córdobas} / \text{dólares}}$$

$$Ahorro \text{ anual} = 5742.39 \text{ dólares}$$

Para solucionar el problema de abastecimiento de agua salada a la planta de hielo recomendamos que se compren las bombas salinadoras diseñadas para esa función recomendadas por la empresa que fabrica y diseña estas máquinas de hielo (SABROE).

Bomba dosificadora de sal.

Marca: **SABROE**.

Nº: **1993.105**.

Voltaje: **220/270**.

Frecuencia: **(50-60) Hz**.

Potencia Máx.: **90VA**.

Q: **10 ml/s**.

Ver anexo B, tabla B.39. **Especificaciones de planta de hielo**.

Ahorro generado de mejora

Ahorro en potencia anual de: **15294.66 kwhr/año**

Ahorro en dólares anuales: **2916.65 \$**

Costo de la inversión (estimado): **600 \$**

Periodo de recuperación: **2.5 meses**

Beneficio ambiental

Con la implementación de esta opción se dejaron de emitir al ambiente **13765.194 Kg. de CO2** al año.

Nota: Es importante mencionar que esta opción de mejora se debe realizar juntamente con la compra de la Bomba desalinadora para la planta de Hielo.

6.1.2. Utilización de bomba de menor potencia para abastecer desde el pozo N°4 a planta de hielo 1.

Actualmente la Bomba del pozo N° 4 se utiliza para planta de hielo y pila de abastecimiento general. Dado que esta bomba es demasiado grande para los requerimientos de esta planta se debe dejar de utilizar para esta demanda, instalando una nueva bomba con una potencia de 0.5 Hp calculada en base a estimación de perdidas de tuberías y el total de salidas de esta fuente con sus respectivos caudales abasteciendo el caudal necesario de 7.1 GPM bajo la misma cantidad de horas de operación actual. Ver anexos B, tabla B.6, B.40. Calculo para selección de bomba, C.12. Curva de eficiencia de bomba de 0.5 Hp, C.11. Diagrama de bombeo para abastecimiento de agua desde el pozo N°4 a Planta de Hielo 1.

Bomba Actual.

- Bomba del pozo N°4.

Potencia: 5Kw.

Tiempo de operación: 4032 hr / año.

Consumo: 22528.8 Kwh. /año.

Bomba Recomendada.

- Bomba recomendada calculada.

Potencia: 0.3725Kw.

Tiempo de operación: 4032 hr / año.

Consumo: 1501.12 Kwh/año.

Ahorro generado de mejora

Ahorro en potencia anual de: **21027.68 kwhr/año**

Ahorro en dólares anuales: **4009.92 \$**

Costo de la inversión (estimado): **308.13 \$**

Periodo de recuperación: 0.92 meses

Beneficio ambiental

Con la implementación de esta opción se dejaron de emitir al ambiente **18924.91 Kg. de CO₂** al año.

6.1.3 Aprovechar todo el caudal generado por parte de la Bomba del pozo N° 4.

Dadas las características de utilización de la bomba del pozo 4 en cuanto a su capacidad de Bombeo, así como los tiempos de utilización de la misma destinada en el abastecimiento a planta de hielo en la cual la cantidad demandada de agua es de 7.1 GPM calculado, y retornado el 90% del caudal de la bomba 4 al pozo; por tanto para hacer disponible esta energía que no esta siendo aprovechada es evidente plantear una medida alternativa, la cual radica en enviar esta agua que es retornada al pozo a los equipos de refrigeración y otras utilidades mediante una red de distribución hacia estos equipos (Consumidores).

Ahorro generado de mejora.

Con la implementación de esta opción no existen ahorros en cuanto a energía eléctrica; sin embargo garantizara un aprovechamiento en el uso del agua, vinculado con un aumento en la presión del sistema hídrico en la planta de proceso, ya que el caudal disponible por la bomba de pila destinada a abastecer el área de proceso no se empleará para el enfriamiento del condensador del sistema de refrigeración.

6. 2. Reducción del consumo de energía por Iluminación.

Iluminación.

Esta área presenta un problema en cuanto a consumo de energía eléctrica en toda la empresa, ya que en la mayoría de las áreas las lámparas operan durante 24 horas. El resultado del diagnóstico refleja ciertos problemas como el uso y tiempo de operación de las mismas, dada la magnitud de los resultados evaluamos cada área con sus subdivisiones por separado ya que de esta manera podemos determinar con precisión las soluciones necesarias para cada área. En algunos casos fue clara la sobre utilización de este recursos y en otros el no aprovechamiento de la fuente de

iluminación natural. En la tabla 4 Presentamos en forma detallada los cambios y medidas a tomar en cuanto a este consumo.

Los Op: representan una opción de mejora evaluada en cada área en donde se utiliza el recurso de iluminación artificial.

Tabla4. Valoración de Luminarias

	<i>Evaluación de Oportunidades de mejora</i>						
Op1	<i>Estado Actual sin cambios, posibilidad de quitarlas</i>						
Op2	<i>Evaluada Para encendidos y apagados al día</i>						
Op3	<i>Valoración incluyendo medida sobre área a iluminar</i>						
Op4	<i>Reemplazo por lámparas T8 /32 (32 w)</i>						
Op5	<i>Aplicar laminas Traslucidas</i>						
Op6	<i>mejora de ordenamiento distribución localizada</i>						
Op7	<i>Sustitución de bombillos a T12/40</i>						
Opciones	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
Recepción							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40				
capacidad instalada (w)	400	400	320				
Costo Gen. \$/año	668	361.75	311.64				
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14				
Ahorro \$/año	0	306.25	356.36				
Inversión (\$)	0	105.7	84.56				
Recuperación (año)	0	0.34	0.23				
Meses (PRS)	0	4	3				
Porcentaje de ahorro %	0	45	53				
Pelado 2							
Tipo	TL12/40	TL12/40					
capacidad instalada (w)	480	480					
Costo Gen. \$/año	801.84	501.15					
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14					
Ahorro \$/año	0	300.69					
Inversión (\$)	0	126.84					
Recuperación (año)	0	0.42					
Meses (PRS)	0	5					
Porcentaje de	0	46.84					

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

ahorro %							
Clasif. Etapa 1							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40				
capacidad instalada (w)	2560	2560	2240				
Costo Gen. \$/año	4276.5	2939.6	2773.04				
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14				
Ahorro \$/año	0	1336.9	1503.46				
Inversión (\$)	0	676.48	591.92				
Recuperación (año)	0	0.5	0.39				
Meses (PRS)	0	6	4.7				
Porcentaje de ahorro %	0	31.26	35.15				
Clasif. Etapa 2							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40				
capacidad instalada (w)	800	800	400				
Costo Gen. \$/año	1336.4	868.78	668.2				
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14				
Ahorro \$/año	0	467.62	626.44				
Inversión (\$)	0	211.4	317.1				
Recuperación (año)	0	0.45	0.5				
Meses (PRS)	0	5.4	6				
Porcentaje de ahorro %	0	35	46.8				
Antsalalmac1							
Tipo	TL12/40	TL12/40					
capacidad instalada (w)	160	160					
Costo Gen. \$/año	267.8	183.76					
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14					
Ahorro \$/año	0	83.52					
Inversión (\$)	0	42.28					
Recuperación (año)	0	0.5					
Meses (PRS)	0	6					
Porcentaje de ahorro %	0	31					
Pelado							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40				
capacidad instalada (w)	800	800	480				

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Costo Gen. \$/año	1336.4	751.72	918.78				
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14				
Ahorro \$/año	0	417.62	584.67				
Inversión (\$)	0	211.4	126.84				
Recuperación (año)	0	0.5	0.216				
Meses (PRS)	0	6	2.6				
Porcentaje de ahorro %	0	31.2	43.7				
Taller de Mecánica							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40	TL8/32		TL8/32	
capacidad instalada (w)	1120	1120	480	384		448	
Costo Gen. \$/año	1870.97	623.65	534.07	213.825		249.46	
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14	35.83		35.83	
Ahorro \$/año	0	1247.31	1336.9	1657.14		1372.046	
Inversión (\$)	0	295.96	126.84	429.96		501.62	
Recuperación (año)	0	0.237	0.095	0.259		0.366	
Meses (PRS)	0	2.85	1.14	3.11		4.39	
Porcentaje de ahorro %	0	66.7	71.5	88.6		73.3	
Oficina de Mantenim1.							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40	TL8/32			
capacidad instalada (w)	240	240		192			
Costo Gen. \$/año	400.92	133.64		106.91			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	267.28		294			
Inversión (\$)	0	63.42		107.49			
Recuperación (año)	0	0.23		0.36			
Meses (PRS)	0	2.84		4			
Porcentaje de ahorro %	0	66.6		73.3			
Baños y Lavandería							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	508.4	508.4		476.4			
Costo Gen. \$/año	849.3	176.9		165.80			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	672.35		683.5			
Inversión (\$)	0	42.28		71.66			
Recuperación (año)	0	0.06		0.10			

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Meses (PRS)	0	0.75		1.26			
Porcentaje de ahorro %	0	79.17		80.48			
Oficina de Proceso							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	160	160		128			
Costo Gen. \$/año	267.3	89.1		71.28			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.1		35.83			
Ahorro \$/año	0	178.19		196.0			
Inversión (\$)	0	42.28		71.66			
Recuperación (año)	0	0.24		0.37			
Meses (PRS)	0	2.85		4.39			
Porcentaje de ahorro %	0	66.67		73.33			
Recursos Humanos							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	160	160		128			
Costo Gen. \$/año	267.3	89.1		71.28			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.1		35.83			
Ahorro \$/año	0	178.19		196.0			
Inversión (\$)	0	42.28		71.66			
Recuperación (año)	0	0.24		0.37			
Meses (PRS)	0	2.85		4.39			
Porcentaje de ahorro %	0	66.67		73.33			
Caracol							
Tipo	TB250	TB250					
capacidad instalada (w)	750	750					
Costo Gen. \$/año	1252.9	78.3					
Precio de lamp \$/uni	0	0					
Ahorro \$/año	0	1174.58					
Inversión (\$)	0	0					
Recuperación (año)	0	0					
Meses (PRS)	0	0					
Porcentaje de ahorro %	0	93.75					
Antiguo Taller Eléctrica.							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

capacidad instalada (w)	200	200		160			
Costo Gen. \$/año	334.1	55.7		44.55			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	278.42		289.6			
Inversión (\$)	0	52.85		89.575			
Recuperación (año)	0	0.19		0.31			
Meses (PRS)	0	2.28		3.71			
Porcentaje de ahorro %	0	83.33		86.67			
Plante de Hielo Muelle							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	300	300		252			
Costo Gen. \$/año	501.2	208.8		175.40			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	292.34		325.7			
Inversión (\$)	0	63.42		107.49			
Recuperación (año)	0	0.22		0.33			
Meses (PRS)	0	2.60		3.96			
Porcentaje de ahorro %	0	58.33		65.00			
Oficina de Gerencia							
Tipo	TL12/40	TL12/40					
capacidad instalada (w)	200	200					
Costo Gen. \$/año	334.1	111.4					
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14					
Ahorro \$/año	0	222.73					
Inversión (\$)	0	52.85					
Recuperación (año)	0	0.24					
Meses (PRS)	0	2.85					
Porcentaje de ahorro %	0	66.67					
Oficina de Proceso							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	242	242		192			
Costo Gen. \$/año	400.9	100.2		80.18			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	300.69		320.7			

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Inversión (\$)	0	63.42		107.49			
Recuperación (año)	0	0.21		0.34			
Meses (PRS)	0	2.53		4.02			
Porcentaje de ahorr%	0	75.00		80.00			
Central Eléctrica							
Tipo	TB250	TB250					
capacidad instalada (w)	750	750					
Costo Gen. \$/año	1252.9	78.3					
Precio de lamp \$/uni	0	0					
Ahorro \$/año	0	1174.58					
Inversión (\$)	0	0					
Recuperación (año)	0	0					
Meses (PRS)	0	0					
Porcentaje de ahorro %	0	93.75					
Oficina Mantenimiento2							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	120	120		96			
Costo Gen. \$/año	200.46	66.82		53.45			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	133.64		147.01			
Inversión (\$)	0	31.71		53.74			
Recuperación (año)	0	0.23		0.36			
Meses (PRS)	0	2.8		4.6			
Porcentaje de ahorro %	0	66.6		73.3			
Taller de Conformado							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	80	80		64			
Costo Gen. \$/año	133.6	5.56		4.45			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	128.04		129.15			
Inversión (\$)	0	21.14		35.83			
Recuperación (año)	0	0.16		0.277			
Meses (PRS)	0	1.98		3.32			
Porcentaje de ahorro %	0	95.8		96.66			
Taller de Carpintería							

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	80	80		64			
Costo Gen. \$/año	133.6	11.3		8.9			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	122.46		124.7			
Inversión (\$)	0	21.14		35.83			
Recuperación (año)	0	0.17		0.28			
Meses (PRS)	0	2		3.4			
Porcentaje de ahorro %	0	91.6		93.3			
Cuarto de Bombas							
Tipo	Bombillo	Bombillo		TL8/32			TL12/40
capacidad instalada (w)	100	100		32			40
Costo Gen. \$/año	167.05	87		27.84			34.8
Precio de lamp \$/uni	3	3		35.83			21.14
Ahorro \$/año	0	80.05		139.21			132.25
Inversión (\$)	0	3		17.91			10.57
Recuperación (año)	0	0.03		0.12			0.079
Meses (PRS)	0	0.44		1.54			0.95
Porcentaje de ahorro %	0	47.9		83.3			79.16
Taller de Refrigeración							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	240	240		192			
Costo Gen. \$/año	400.92	133.64		106.91			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	267.27		294.01			
Inversión (\$)	0	63.42		107.49			
Recuperación (año)	0	0.23		0.36			
Meses (PRS)	0	2.8		4.3			
Porcentaje de ahorro %	0	66.6		73.3			
Sala de Compresores							
Tipo	TL1/40/TB250						
capacidad instalada (w)	290						
Costo Gen. \$/año	484.45	←	Lo que se recomienda en esta opción es quitarlas				

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Precio de lamp \$/uni	21.14						
Ahorro \$/año	484.45						
Inversión (\$)	0						
Recuperación (año)	0						
Meses (PRS)	0						
Porcentaje de ahorro %	0						
Planta de Hielo 1							
Tipo	Bombillo	Bombillo		TL8/32			TL12/40
capacidad instalada (w)	300	300		96			120
Costo Gen. \$/año	501.15	93.96		30.06			37.58
Precio de lamp \$/uni	3	3		35.83			21.14
Ahorro \$/año	0	407.18		471.08			463.57
Inversión (\$)	0	9		53.74			31.71
Recuperación (año)	0	0.02		0.11			0.06
Meses (PRS)	0	0.26		1.36			0.8
Porcentaje de ahorro %	0	81.2		93.9			92.5
Lavado Proceso							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	320	320		256			
Costo Gen. \$/año	534.56	133.64		106.91			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	400.92		427.65			
Inversión (\$)	0	84.56		143.32			
Recuperación (año)	0	0.21		0.33			
Meses (PRS)	0	2.5		4.02			
Porcentaje de ahorro %	0	75		80			
Bodega de Limpieza							
Tipo	Bombillo	Bombillo		TL8/32			TL12/40
capacidad instalada (w)	100	100		32			40
Costo Gen. \$/año	167.05	6.96		2.22			2.78
Precio de lamp \$/uni	3	3		35.83			21.14
Ahorro \$/año	0	160.9		164.82			164.27
Inversión (\$)	0	3		17.91			10.57
Recuperación (año)	0	0.01		0.1			0.06
Meses (PRS)	0	0.22		1.3			0.77

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Porcentaje de ahorro %	0	95.8		98.6			98.3
Material de Empaque1							
Tipo	Bombillo	Bombillo		TL8/32			TL12/40
capacidad instalada (w)	300	300		96			120
Costo Gen. \$/año	501.45	20.88		6.68			8.35
Precio de lamp \$/uni	3	3		35.83			21.14
Ahorro \$/año	0	480.26		494.47			492.8
Inversión (\$)	0	9		53.74			31.71
Recuperación (año)	0	0.01		0.1			0.06
Meses (PRS)	0	0.22		1.3			0.77
Porcentaje de ahorro %	0	95.8		98.6			98.3
Material de Empaque2							
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	160	160		128			
Costo Gen. \$/año	267.28	167.05		133.64			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	100.23		133.64			
Inversión (\$)	0	42.28		71.66			
Recuperación (año)	0	0.42		0.536			
Meses (PRS)	0	5.06		6.43			
Porcentaje de ahorro %	0	37.5		50			
Bodega dept. general1							
Tipo	TL12/40	TL12/40	TL12/40	TL8/32	Policarbonat.		
capacidad instalada (w)	1480	1480	1400	1120	0		
Costo Gen. \$/año	2472.3	824.1	779.5	623.6	0		
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14	21.14	35.83	23.77		
Ahorro \$/año	0	1648.2	1692.8	1848.7	1730.61		
Inversión (\$)	0	391.09	369.95	627.02	190.16		
Recuperación (año)	0	0.23	0.21	0.33	0.109		
Meses (PRS)	0	2.84	2.62	4.07	1.31		
Porcentaje de ahorro %	0	66.6	68	74	70		
Bodega dept. general2							
Tipo	Bombillo	Bombillo		TL8/32	Policarbonat.		TL12/40
capacidad instalada	375	375		160	0		200

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

(w)							
Costo Gen. \$/año	626.4	208.8		89.09	0		111.36
Precio de lamp \$/uni	3	3		35.83	23.77		21.4
Ahorro \$/año	0	417.6		537.31	438.48		515.04
Inversión (\$)	0	15		89.57	190.16		52.85
Recuperación (año)	0	0.03		0.16	0.43		0.1
Meses (PRS)	0	0.43		2	5.2		1.2
Porcentaje de ahorro %	0	66.6		85.7	70		82.2
Tipo	TL12/40	TL12/40		TL8/32			
capacidad instalada (w)	80	80		64			
Costo Gen. \$/año	133.6	44.54		35.63			
Precio de lamp \$/uni	21.14	21.14		35.83			
Ahorro \$/año	0	89.06		97.97			
Inversión (\$)	0	21.14		35.83			
Recuperación (año)	0	0.23		0.36			
Meses (PRS)	0	2.84		4.38			
Porcentaje de ahorro %	0	66.6		73.3			
Total de Ahorro \$	484.45	13335.1	6100.63	8972.407	2169.09	1372.046	1767.93

En el caso de las opción 3 donde se valora ajustar la potencia de iluminación de conformidad con lo calculado para el estándar recomendado, en anexos presentamos el detalle del programa de cálculo del método de lúmenes, así como todos los valores tomados correspondientes a indicadores estándar para áreas similares en cuanto a función del tipo de trabajo realizado. Anexo B, tabla B1, B3, B20, B22, B32

Utilizaremos láminas traslucidas de policarbonato solo en el sitio de bodega, creemos que en ese lugar el aprovechamiento de la fuente de luz natural es mejor. Ver anexo A, A.9. **Calculo del número de láminas traslucidas.**

En cuanto a la opción 1 y la opción 5 son medidas independientes que tienen que aplicarse fuera de la decisión de aplicar la opción 2, 3, 4, 6, 7 respectivamente, ya que las láminas traslucidas deben ser utilizadas en bodega y todas aquellas lámparas en lugares en donde no sean requeridos deberán quitarse.

La gráfica muestra los siguientes resultados:

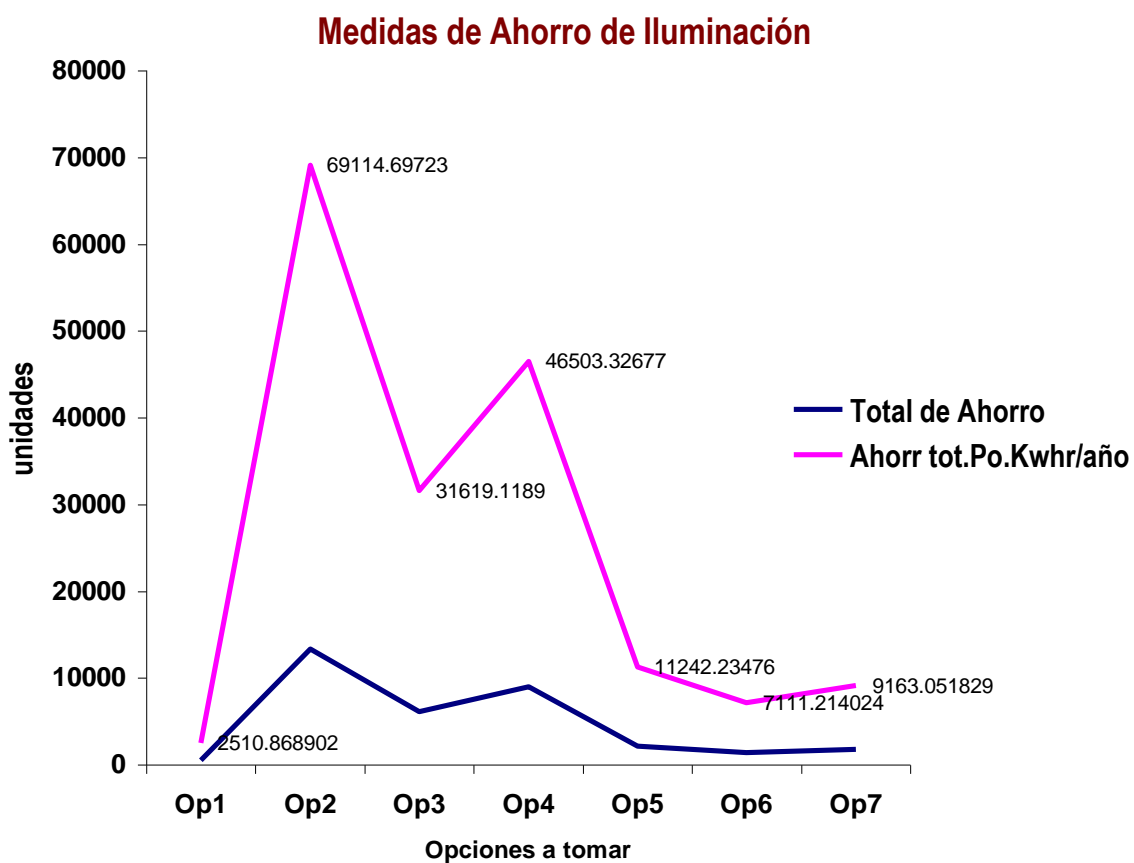


Fig32. Medidas de ahorro

Tabla 5. Totales de ahorro anual

Medidas de mejora	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7
Total de Ahorro \$	484.45	13335.1	6100.6	8972.4	2169.09	1372.046	1767.93
Ahorro total.Pot.Kwhr/año	2510.8689	69114.7	31619.1	46503.33	11242.234	7111.214024	9163.051829
Beneficio amb.KgCO2l	2259.7	62203.2	28457.1	41852.9	10117.8	6399.9	8246.7

Si se implementa la opción 2 la cual muestra la mayor cantidad en cuanto a ahorro, el ahorro total en potencia seria:

Ahorro generado de mejora.

Ahorro en potencia: **82867.794 kwhr/año**

Ahorro en dólares anuales: **15802.69 \$**

Costo de la inversión (estimado): **3188.6 \$**

Periodo de recuperación: **2.5 meses**

Ver anexo E. Cotización de lámparas.

Beneficio ambiental.

Con la implementación de esta opción se dejaran de emitir al ambiente **74581.0146 Kg. de CO₂** al año.

6. 3 Reducción del consumo de energía en viviendas.

6.3.1. Establecer tiempos promedios de consumo en diferentes equipos presentes en las viviendas.

En esta área se valoró todo el sistema de acuerdo a los datos obtenidos por medio del censo que se hizo en todas las casas. Esta área es uno de los principales consumidores de la energía generada por lo que establecemos para esta área un plan de ahorro en el cual identificamos horas de uso normadas para equipos de confort, electrodomésticos y lámparas sin tener que llegar a la racionalización típica aplicada en las grandes ciudades que son suspensión de energía por sectores en determinadas horas.

Establecemos un patrón normado de uso de equipos y electrodoméstico en viviendas, compuesto de la siguiente forma:

Tiempos recomendados.

Iluminación.....8hr/dia.

A.A.....14hr/dia.

Abanicos.....18hr/dia.

T.V.....6hr/dia.

Plancha.....1hr/dia.

La tabla siguiente muestra el potencial de ahorro que pretendemos obtener a través de la reducción de horas de operación comparándola con la potencia generada por vivienda actualmente.

Tabla6. Diagnóstico y análisis de viviendas.

Viviendas		Potencia Consumida	Potencia reducida		
Casas	Habitaciones	Kwh/año	Kwh/año	ahorr.Potenc	\$/año
A	3	7161.3	3755.85	3405.45	649.411395
B	3	12209.25	7033.55	5175.7	986.993953
C.	4	11684.38	6861.68	4822.7	919.677674
D	3	21352.5	13868.6	7483.9	1427.16233
E	3	42215.9	26250.9	15965	3044.48837
F	4	62937.15	25298.05	37639.1	7177.68884
G	5	25650.74	22768.84	2881.9	549.571628
H	3	82552.05	52077.55	30474.5	5811.41628
I	3	6297.69	4928.94	1368.75	261.017442
J	3	6229.7	4860.95	1368.75	261.017442
K	4	6297.69	4928.94	1368.75	261.017442
L	6	6297.69	4928.94	1368.75	261.017442
M	4	6297.69	6180.89	116.8	22.2734884
N		116.8	116.8	0	0
Casas					
O	4	1652.72	1191.36	461.36	87.9802791
P	3	13399.15	13399.15	0	0
Q	3	11315	9052	2263	431.548837
R	3	10.74	8.592	2.148	0.4096186
S	2	1442.48	1153.984	288.49	55.0143721
T	3	10588.65	5718.82	4869.83	928.665256
U	3	20697.325	7977.445	12719.88	2425.65153
V.	3	4876.4	3942.73	933.67	178.048698
W	3	9095.07	7276.056	1819.014	346.88174
Módulos					
X	4	6297.69	6297.69	0	0
Y	6	6297.69	6297.69	0	0
Z	1	6297.69	6297.69	0	0
Totales	86	389271.135	252473.687	136797.442	26086.9541

Ahorro generado de mejora

Ahorro en potencia anual de: **136797.442 kwhr/año**

Ahorro en dólares anuales: **26086.95 dólares**

Costo de la inversión (estimado): **Ninguna**

Periodo de recuperación: **Inmediato**

Beneficio ambiental

Con la implementación de esta opción se dejaron de emitir al ambiente **123117.69 Kg. de CO₂** al año.

6. 4 Reducción del consumo de energía en Oficinas y talleres

6.4.1. Establecer horarios de uso en conformidad a las horas laborales.

La medida a tomar para esta área es adoptar medidas ahorrativas en tiempos de operación en los equipos de oficinas y accesorios auxiliares para producción en caso de proceso, así como también ahorros en equipos para el confort humano (aires acondicionados) relacionando las horas laborales con las horas máquinas a trabajar, siendo en promedio general 9hrs.

La tabla siguiente muestra el comportamiento del ahorro en potencia, como la potencia actual recomendada de consumo para esta área.

Tabla7. Diagnóstico y análisis de oficinas y talleres.

Oficinas y Talleres	Pot. Act. Kwh/a	Pot.Rec.Kwh/a	AhorrPot	Ahorro \$
Gerencia Recepción	4433.9708	3924.0768	509.894	97.2356
Gerencia Seguridad	9172.1924	1751.218	7420.9744	1415.16256
Gerencia caja	1832.0064	1034.0554	797.951	152.1674
Subgerencia	2133.9696	1486.338	647.6316	123.50184
Gerencia Gerente	2618.7602	1700.951	917.8092	175.02408
Contabilidad Rec. Humanos	2944.5024	974.4574	1970.045	375.683
Contabilidad Contabilidad	71406.42264	34455.66264	36950.76	7046.424
Mantenimiento	7341.0288	5331.2518	2009.777	383.2598
Mantenimiento Gener. Elec.	2744.5782	1244.6952	1499.883	286.0242
Mantenimiento Secretaria	5953.6596	3943.8826	2009.777	383.2598
Mant. Bodega de Materiales	10112.095	6140.2194	3971.8756	757.42744
Proceso Recepción	746.179	719.691	26.488	5.0512
Proceso control 1	7264.6952	2116.0902	5148.605	981.827

**Auditoria Energética de Primer nivel
en Central American Fisheries**

Proceso control2	3008.0736	998.2966	2009.777	383.2598
Laboratorio de proceso análisis	5920.67	5483.618	437.052	83.3448
Proceso Control de Calidad	3420.8048	3310.9398	109.865	20.951
Proceso Caracol.	18071.03392	1020.501972	17050.5319	3251.49679
Proceso de Lavandería.	8753.08	8753.08	0	0
Taller de Refrigeración.	382291.4971	382291.4971	0	0
Taller de Carpintería.	9945.905375	9945.905375	0	0
Taller de Mecánica.	12979.13587	12979.13587	0	0
Central Eléctrica.	257.5657	257.5657	0	0
Taller de Electricidad.	153.9615	153.9615	0	0
Totales	573505.7881	490017.0914	83488.6967	15921.1003

Ahorro generado de mejora

Ahorro en potencia anual de: **83488.6967 kwhr/año**

Ahorro en dólares anuales: **15921.1003 dólares**

Costo de la inversión: **Ninguna**

Periodo de recuperación: **Inmediato**

Beneficio ambiental

Con la implementación de esta opción se dejaron de emitir al ambiente **75139.82 Kg. de CO₂** al año.

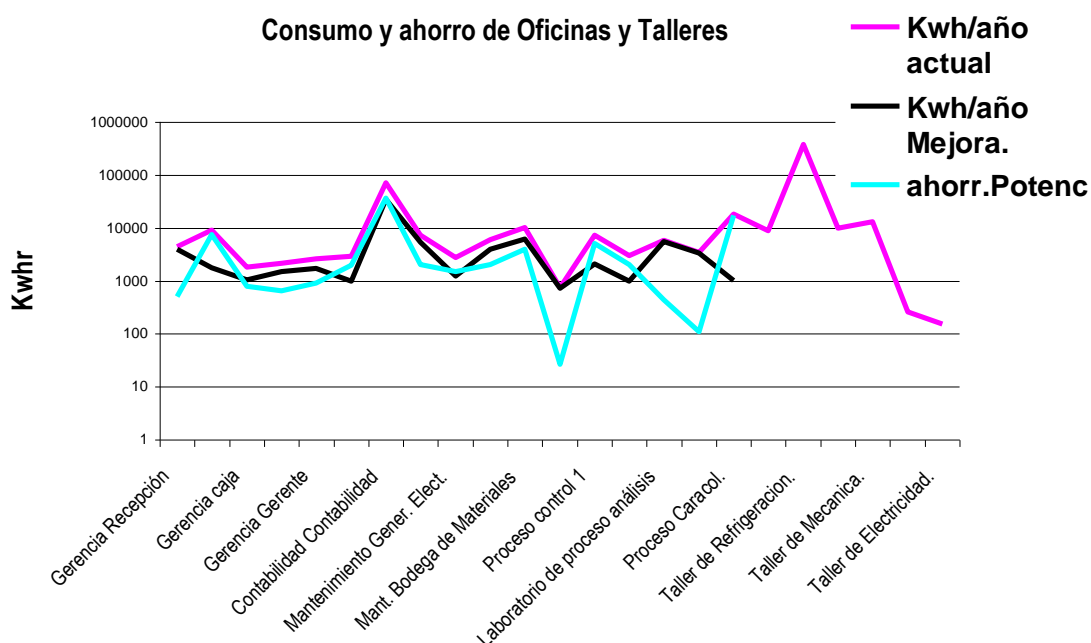


Figura 29. Ahorros generados en Oficinas.

La gráfica anterior presenta los ahorros antes mencionados mediante la implementación en apagado de los equipos de oficinas, siendo utilizados únicamente durante las horas laborales.

6.5. Plantas de hielo

6.5.1 Aislar bodega de hielo planta 1.

Actualmente la bodega de planta de hielo 1 no cuenta con material aislante que impida la rápida fusión del hielo, con esta medida pretendemos aminorar las pérdidas por ganancias de calor de manera que se pueda utilizar racionalmente el hielo, dado que las pérdidas por fusión serán menores permitirá realizar proyecciones para los tiempos de operación de la planta.

Ahorro generado de la mejora.

Ahorro de hielo anual: **582.05 toneladas.**

Ahorro en dólares: **34923.49 dólares.**

Inversión aislante: **293.96 dólares** (estimado)

Periodo de recuperación: **menor de un mes.**

Nota: Para conocer los detalles en cuanto a los cálculos así como tipo y cantidad de aislante ver anexo A, A.4. **Calculo de la necesidad de aislamiento en Bodegas de plantas de hielo, C.6, C.7.**

6.5.2 Instalar unidad de Acondicionamiento de Aire así como el aislamiento en planta del hielo del muelle

Como es de saberse actualmente la Planta de Hielo del Muelle no cuenta con un acondicionamiento así como de aislamiento en sus paredes que impidan la fusión del hielo por la infiltración y conducción del calor en esta, provocando grandes pérdidas de hielo. Este problema se soluciona instalando una unidad de acondicionamiento así como aislando las paredes de dicha Bodega. Ver detalles del cálculo anexo A, A.4.

Ahorro generado de mejora

Ahorro en Hielo: **641.30 ton/año**

Ahorro en dólares anuales: **38478.3 dólares**

Costo de la inversión (Unidad de 36000 BTU/h y Aislante): **6575.2 dólares**

Periodo de recuperación: **2.05 meses**

Nota: Para conocer los detalles en cuanto a los cálculos así como tipo y cantidad de aislante ver anexo C diagramas. C.6, C.7 para Plantas de Hielo.

6.5.3 Instalar lámina de protección en tambores de la planta de hielo del muelle.

Actualmente en los tambores de congelamiento en la planta de hielo del muelle existen láminas alrededor de los tambores a fin de evitar la caída de hielo en el piso, sin embargo estas no se están utilizando lo que provoca dichas pérdidas de hielo a fin de evitarlas, se debe instalar dichas láminas.

Ahorro generado de mejora

Ahorro en Hielo: **48.55 ton/año**

Ahorro en dólares anuales: **2913.35dólares**

Costo de la inversión: Ninguna

Periodo de recuperación: Inmediata

6.5.34 Aislar tubería del sistema de Refrigeración.

Actualmente existe 159 m de tubería mal o sin aislar, por lo que representa un mal aprovechamiento del efecto refrigerante generado y un excesivo consumo de energía eléctrica. Por tal razón se debe aislar dicha tubería.

Ahorro generado de mejora

Ahorro de Energía: **97264.56 Kwh/año**

Ahorro en dólares anuales: **18548.12 \$**

Costo de la inversión: **4000 \$**

Periodo de recuperación: **2.58 meses**

Cuadro de resumen de Mejoras

<i>Opciones</i>	<i>Ahorro (Kwh/año)</i>	<i>Ahorro en \$/año</i>	<i>KgCO₂</i>	<i>Inversiones (\$)</i>
6.1.1	15294.66	2916.65	13765.19	600
6.1.2	21027.68	4009.92	18924.91	308.13
6.2	82867.79	15802.69	74581.01	3188.6
6.3.1	137797.44	26086.95	123117.69	
6.4.1	83488.69	15921.1	75139.82	
Opciones	Ahorro(Tonhie/año)	Ahorro(Tonhie/año)		Inversiones (\$)
6.5.1	582.05	34923.49		293.95
6.5.2	641.3	34923.49		6575.2
6.5.3	48.55	2913.35		
6.5.4	97264.56 Kwh/año	18548.12	87538.09	4000
Total de Hielo	1271.9	76315.1		6879.16
Total de los Kwh/año	437740.82	83285.43	393066.71	8096.73
Total general		159600.57	393066.71	14975.89
Periodo de recuperación total				0.093 Años

Seguimiento en la implementación de las mejoras.

Posteriormente una vez implementadas todas estas medidas será necesario establecer un seguimiento que permita evaluar los ahorros reales obtenidos mediante dichas mejoras.

Plan de ahorro Energético.

Medidas a tomar	Objetivo	Beneficio	Personal a implementarla	Tiempo de ejecución
Disminuir horas de operación de la bomba de agua salada del muelle e instalación de bomba salinadora para planta de hielo.	Reducción del consumo de energía por parte de la bomba de agua salada del muelle	Disminución en los costos de operación sumado a esto un beneficio ambiental por disminuir la cantidad emitida de CO ₂ al ambiente	Personal de Mantenimiento. Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Fontanero. • Electricistas. 	Dependiendo de adquisición de bomba salinadora 2 meses
Utilización de bomba de menor potencia para abastecer desde el pozo N° 4 a planta de hielo 1.	Reducción del consumo de energía para abastecer planta de hielo 1	Disminución en los costos de operación, uso eficiente del agua dulce, sumado a esto un beneficio ambiental por disminuir la cantidad emitida de CO ₂ al ambiente	Personal de Mantenimiento. Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Fontanero. • Electricistas 	Dependiendo de adquisición de bomba de 0.5 Hp 1 mes
Aprovechar todo el caudal generado por parte de la bomba del pozo N°4.	Utilización eficiente del recurso agua	Incremento en la presión de agua que abastece al plantel proceso. Y la utilización óptima del agua	Personal de Mantenimiento. Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Fontanero. 	1 mes
Reducción del consumo de energía por iluminación	Reducir el consumo de energía	Disminución en los costos de Generación sumado a esto un beneficio ambiental por disminuir la cantidad emitida de CO ₂ al	La dirección de la empresa mediante un plan de concientización en el uso de energía eléctrica dirigida a todo el personal. Los cambios realizados obedeciendo a las opciones planteadas en esta medida serán ejecutadas por personal	3 meses

		ambiente	de mantenimiento: electricistas	
Reducción del consumo de energía en viviendas	Reducir el consumo de energía	Disminución en los costos de Generación sumado a esto un beneficio ambiental por disminuir la cantidad emitida de CO ₂ al ambiente	La dirección de la empresa mediante un plan de concientización en el uso de energía eléctrica.	3 meses
Reducción del consumo de energía en oficina y talleres	Reducir el consumo de energía	Disminución en los costos de Generación, beneficio ambiental al disminuir la cantidad emitida de CO ₂ al ambiente	La dirección de la empresa mediante un plan de concientización en el uso de energía eléctrica dirigida a sus trabajadores.	3 meses
Aislar bodega de hielo planta 1.	Reducir las pérdidas de Hielo por fusión	Mayor aprovechamiento y disponibilidad de hielo así como reducción en los costos de producción	Mantenimiento. Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Técnicos de Refrigeración. • Albañil. 	1 mes
Instalar unidad de acondicionamiento de aire en planta de hielo del muelle	Reducir las pérdidas de Hielo por fusión	Mayor aprovechamiento y disponibilidad de hielo así como reducción en los costos de producción.	Mantenimiento. Responsables: <ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Mantenimiento • Técnicos de Refrigeración • Albañil 	1 mes
Instalar láminas de protección en los tambores de la planta de hielo del muelle.	Reducir las pérdidas de Hielo por derrame	Mayor aprovechamiento y disponibilidad de hielo así como reducción en los costos de producción	Personal de Mantenimiento	Inmediato
Aislar Tuberías de Refrigeración	Reducir las pérdidas	Reducción del consumo eléctrico	Personal de	

	de Calor	y aprovechamiento del calor	Mantenimiento	2 meses
--	----------	-----------------------------------	---------------	---------

Conclusiones

De la auditoria energética de primer nivel elaborada en Central American Fisheries concluimos lo siguiente:

Bajo las operaciones de trabajo llevadas acabo en la realización de esta auditoria, tales como la el levantamiento de la capacidad instalada así como los tiempos de operación de los equipos logramos identificar, que el área de mayor consumo de energía eléctrica es el área de Refrigeración con un **39%** del total consumido, en segundo lugar las plantas de hielo con un **29%**, en tercer lugar el área de oficinas y talleres con un **14%** y en un cuarto lugar el área de viviendas con un **9%** del total consumido. Además determinamos los rendimientos de eficiencia encontrados en los recursos de energía, equipos, producto, frío y hielo presentes en la empresa los cuales presentamos a continuación:

Los indicadores determinados nos reflejan lo siguiente:

- El rendimiento de consumo de combustible que encontramos en la generación de energía eléctrica es de **11.55 Kwh/Gal**. El coeficiente de disponibilidad para los motores generadores CARTERPILLAR es eficiente.
- El consumo de agua promedio basados en la producción es de **61.65 m³/Ton-Producto**, siendo este valor inferior al recomendado, el cual es de **116 m³/Ton Producto**; sin embargo existe un consumo de **419.2 m³/Ton Producto** en el mes de Mayo es decir en tiempos en que la producción es mínima, lo que nos hace concluir que existe un mal uso del agua en este tiempo.

- El consumo de hielo promedio en CAF, es de **3 Ton-Hielo/Ton-Producto**, siendo este valor inferior al valor recomendado por la normativa HACCP que es de **7.3 Ton-Hielo/Ton-Producto**, sin embargo al igual que el consumo de agua, el consumo de hielo en el mes de Mayo (tiempo de veda) es de **301 Ton-hilo/Ton-Producto**, lo que representa un mal uso del hielo en este tiempo.

El resultado en las inspecciones de planta pudimos constatar que existen potenciales de ahorro en cuanto al mejoramiento en la utilización de recursos agua, electricidad, y hielo.

Los puntos encontrados de medidas para ahorrar no se reflejaban completamente en los indicadores ya que presentaban trazabilidades normales, no siendo lo mismo cuando se hicieron comparaciones de producción (Producido vs Consumido), en donde queda de manifiesto las pérdidas que afectan a la empresa Central American Fisheries, dichas pérdidas correspondientes a los recursos son:

- Agua, las pérdidas reales son de **40944.428 m³/año** con un costo anual de **19043.92 dólares**.
- Hielo, Las pérdidas anuales son de **2277.56 ton** con un costo anual de **136653.708 dólares** y un **25.2%** de la producción total, dichas perdidas son como resultado de faltas de aislamientos en bodegas y mal uso de hielo en proceso.

En cuanto al uso ineficiente de **Energía Eléctrica**, esta se da más por descuido o falta de conciencia que por control.

Si bien la empresa cuenta con un sistema de monitoreo de estos recursos creemos que la falta de mas instrumentación de control (medidores) hace mas difícil su valoración. En la visita pudimos ver que solo se tienen control por puntos en cuanto a demanda de energía eléctrica, en el plantel actualmente solo hay 4 puntos de medición (Planta de hielo del muelle, Planta de hielo 1, Salida de Generadores, Taller de Mecánica). En cuanto al sistema de agua existe un control

eficiente de los puntos de demanda dentro del plantel; no así para la red de distribución de viviendas y otros lugares en donde no se monitorea como se usa este recurso.

Se determino el coeficiente de operación en las plantas de hielo así como en el sistema de refrigeración doble etapa en CAF, basados en las mediciones de temperaturas y presión tomadas en dichos sistemas; por lo que determinamos los siguientes rendimientos:

Equipos	Ubicación	COP
Planta de Hielo del Muelle	Muelle	6.7
Planta de Hielo 1.	Proceso	6.0
Sistema doble etapa	Sala de Compresores	27.6

El Rendimiento de Eficiencia Energética que calculamos en el sistema de refrigeración de dos etapas es de **0.55 W-Térmicos/W-Eléctricos**, es decir la potencia térmica real generadas por los evaporadores entre la potencia eléctrica consumida para generar dicha energía térmica. Este valor nos permite concluir que la eficiencia en cuanto al aprovechamiento de la energía eléctrica en el sistema de refrigeración de dos etapas es del **50%**.

De la auditoria energética de primer nivel realizada en Central American Fisheries se encontraron opciones de mejoras, las cuales fueron evaluadas técnicas, económicas y ambientalmente las cuales representan un ahorro en consumo de energía de **437740.82 Kwh/año** esto significa un **10.34 %** del consumo de energía total anual en la empresa con un costo en dólares de **83285.43 dólares** y el ahorro total generado en dólares por aprovechamiento eficiente del hielo es de **76315.14 lo que representa un 14.39% del costo total anual de hielo**. Sumado ambos ahorros se obtendrá un total anual en el costo de producción de hielo, lo cual en total haciende a la suma **159600.57 dólares** en beneficio de la empresa. Todo este ahorro tiende no solo a beneficiar a la empresa, si no también al medio ambiente en cuanto a la reducción de emisiones de **393066.71 kg** de CO₂ que provocan calentamiento global.

Se realizó un plan de ahorro energético con el fin de llevar acabo la implementación de cada una de las opciones de mejora, su finalidad es disminuir los costos de producción, estas medidas por

el personal de mantenimiento y otras en conjunto con la administración. Se puede decir que la implementación de estas opciones se ejecutaría dentro de un lapso de tiempo menor a los 3 meses.

Recomendaciones.

A fin de lograr un mejor control de los recursos presentes en la empresa tales como agua, hielo, energía eléctrica, aceite y refrigerantes, basados en el ahorro y la eficiencia de los sistemas presentamos las siguientes recomendaciones:

- ✓ Mantener en óptimas condiciones la termo Bomba de los compresores, en el caso que use este tipo de enfriamiento; de manera que se pueda evitar que alta presión de descarga no vaporicen más cantidad de aceite que lo normal.
- ✓ Instalar reductores de flujo en los suministros de agua en Proceso lo que permitirá el no desperdiciar tan valioso recurso y esto con llevara a su vez a tener un aumento de presión en todo el plantel en lugares en donde realmente este recurso sea de gran utilidad.
- ✓ Mejorar la distribución del hielo al momento de mezclarlo con el producto a fin de que se logre aprovechar al máximo el calor latente del hielo.
- ✓ Instalar manómetros en las tuberías de descarga y succión en cada una de las Bombas, actualmente el costo de los manómetros se estima en **32.2 dólares**, estos se utilizaran para evaluar la eficiencia de las mismas, con dichos instrumentos se podrá predecir el estado de la bomba en el momento que se requiera la evaluación.
- ✓ Se tiene que elaborar un diagrama completo de toda la red hídrica presente en la empresa, esto para evaluar si los equipos fueron correctamente seleccionados y de conocer como se distribuye y maneja este recurso con el fin de evitar mas pérdidas en esta área, de no ser posible buscar

tramo por tramo fugas de la red se podrá aplicar la prueba de acidez del suelo midiendo el PH correspondiente del suelo, y donde es mayor simboliza que hay presencia de agua en este lugar.

- ✓ Evitar la apertura de puertas en los túneles, cámaras y plantas de hielo a fin de aprovechar el frío en el congelamiento de producto o manutención del hielo.
- ✓ Hacer un estudio de aprovechamiento de los desperdicios del camarón, ya que en esta área los desperdicios representa un 13 % del total en producto que se maneja en proceso. Un biodigestor no se puede utilizar ya que para obtener energía se necesitan elementos que se descomponen y este desecho no lo hace, lo mejor seria buscar la manera de comercializar estos desperdicios tostados.
- ✓ Dosificar la cantidad de hielo por unidad de producto a razón de 1.58 libras de hielo por 1 libra de producto calculada, a fin de evitar el desperdicio del mismo.
- ✓ Instalar 14 láminas traslucidas en Bodega a fin de aprovechar la iluminación artificial, además evitar instalarlas en el área del personal de recepción.
- ✓ Determinar cuales de los equipos operando durante el tiempo de 1:00 PM y de 7:00 a 9:00 PM no se requieren o se pueden operara en los tiempos de 5:00 AM a 7:00 AM, a fin de mejorara la carga en el sistema de generación de energía.
- ✓ Aislar las tuberías de baja presión y temperatura en el sistema de refrigeración a fin de mejorar el rendimiento de eficiencia energética del sistema.
- ✓ No sobrecargar de producto los túneles, ya que esto repercute en el incremento en el tiempo de congelamiento del producto y a su vez el incremento de consumo de energía eléctrica. A continuación presentamos la cantidad de producto recomendada en cada uno de los túneles en un tiempo de congelamiento de 12 horas calculados:

Túnel 1, 5429.5 Libras de Producto.

Túnel 2, 4745.2 Libras de Producto.

Túnel 3, 7597.8 Libras de Producto.

- ✓ Alinear el motor y compresor esto con el fin de evitar perdidas de potencias por mal alineamiento y principalmente evitar daños en sello mecánico del compresor lo cual significaría un aumento en la demanda de aceite y de refrigerante por parte del sistema.
- ✓ Arrancar el compresor con tres cuarto de la capacidad indicada en el visor en el momento de carga y tomar como constante 10 mm por encima de la mitad para operación, es necesario dar tiempo a que el compresor estabilice toda su operación y la carga de aceite sea devuelta al carter.
- ✓ Se recomienda el cambio de los motores que han sido rebobinados tal es el caso de algunas Bombas de agua por unas de mayor eficiencia, en algunos casos ver si estas bombas pueden ser ensayadas; recordar que por cada ves que se devana su eficiencia desciende durante cada año los 5 primeras veces 1% por año luego de esta etapa incrementa en 2%, lo cual no resultaría provechoso tenerlos funcionando.
- ✓ Instalar una unidad de enfriamiento a fin de incrementar la capacidad de congelamiento, sin embargo se debe evaluar la capacidad en altura de presión de la Bomba de amoniaco de manera saber si puede alimentar este otro equipo; todo esto con el fin de aumentar la eficiencia del sistema.
- ✓ No instalar unidad de enfriamiento en la bodega de planta de hielo 1 ya que los costos de operación en cuanto a consumo de energía serian superiores al ahorro, solamente recomendamos aislar las paredes del cuarto.
- ✓ Mejorar la distribución del producto en los cuartos y túneles a fin de aprovechar la capacidad de congelamiento de los evaporadores, así como permitir la circulación de aire frío en la cámara, es decir una distribución que no bloquee el tiro de aire del evaporador.

- ✓ Preenfriar el agua utilizada en la clasificación mecánica a 4 grados Celsius de tal forma que permita el control de la temperatura del producto según normativa HACCP, acompañado a esto se tendrá que realizar un diseño de enfriamientos para agua Shiller.
- ✓ No exceder la carga de aceite hidráulico en el suministro a tambor de congelación en la planta de Hielo 1, a fin de que este no caiga en las tinas de abastecimiento de agua del tambor.
- ✓ Aislar el contacto entre los rodamientos del colocho de arrastre y el hielo en la bodega de la planta de hielo1, a fin de evitar la mezcla de grasa con el hielo.
- ✓ Seccionar la carga de iluminación de Proceso, colocar fuera de esta su apagador con acceso restringido para que puedan ser apagadas. Y colocar switch en todos los lugares en donde hagan falta tal es el caso de Central eléctrica.
- ✓ Mantener las unidades de enfriamiento con su filtro limpio y en buenas condiciones.

Bibliografía

1. Centro de Producción Mas Limpia. **Eficiencia Energética**. Managua, Nicaragua. 2003.
2. Guillén Gordin, Reinaldo Javier. **Refrigeración Industrial y Comercial**. Curso de titulación y especialización de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 2002.
3. Izaguirre Reyes, Antonio Ernesto. **Plan de Mantenimiento en C.A.F.** Corn Island, Nicaragua. 2004.
4. Llorens, Martín. **CALEFACCION**. Ediciones CEAC. España. 2000.
5. Mataix, Claudio. **Mecánica de Fluidos y Maquinas Hidráulicas**. España, ICAI, 1975.
6. Mills, A.F. **Transferencia de Calor**. España, McGraw Hill, pp 925.
7. Moyekawa. **Manual de servicios para compresores de Refrigeración y Aire Acondicionado**, México.
8. Müller, W. **Electrotecnia de Potencia**. Edición Especial. España, editorial Reverté S.A., 1987, pp 411.

9. Universidad Nacional de Ingeniería. **Auditoria Energética**. Curso de titulación de Ingeniería Mecánica, Universidad Nacional de Ingeniería. Managua, Nicaragua. 2004.
10. Pita, Edward G. **Principios y Sistemas de Refrigeración**. Primera edición. México, editorial LIMUSA. 1991, pp 481.
11. Ramírez, Juan Antonio. **REFRIGERACION**. Ediciones CEAC. España, 2000.
12. Rapin, P.J / Jacquard P. **Instalaciones Frigoríficas**. Tomo II. Edición Original. España, Marcombo S.A., 1999. pp 686.
13. SABROE. **Ice Machines**. USA. 2000.
14. SABROE. **Manual de Instrucciones para Compresores de Pistón**. U.S.A. 1998.
15. STA-RITE. **WATER SYSTEM SUMP / SEWAGE / EFFLUENT WATER FILTRATION**. U.S.A. 2001.
16. Sonzini Meroi, Luís E. **Termodinámica Básica**. Tomo II.
17. Waringi, Ross. **Maquinas Hidráulicas**. Folleto de la Universidad Nacional de Ingeniería, Managua, UCA, 1992. pp124.